

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 4 月 8 日 (08.04.2004)

PCT

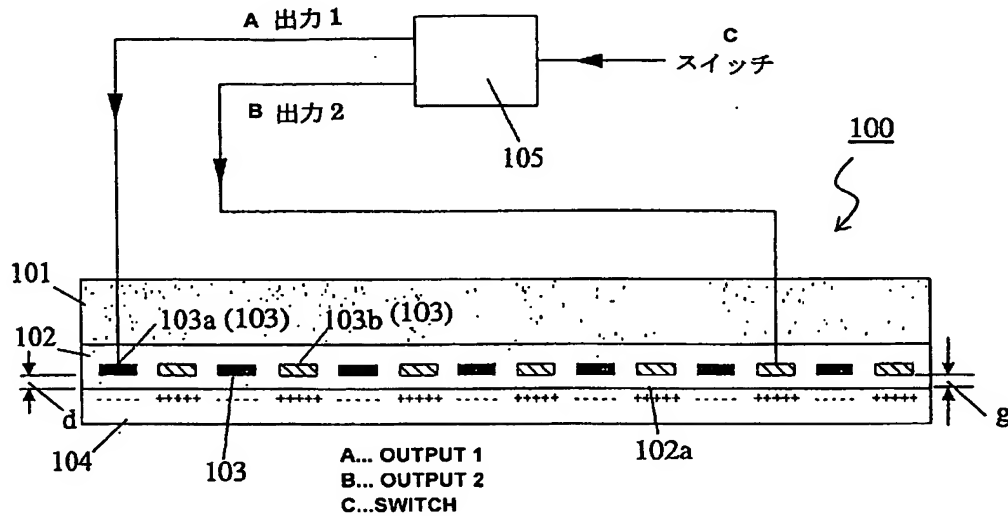
(10) 国際公開番号
WO 2004/030197 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H02N 13/00, H01L 21/68, B65G 49/07 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012225 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 傅 賢 萊 (POH, Fow-Lai) [MY/JP]; 〒321-4346 栃木県 真岡市松山町 12-2 筑波精工株式会社内 Tochigi (JP). 生方 玉也 (UBUKATA, Tamaya) [JP/JP]; 〒321-4346 栃木県 真岡市松山町 12-2 筑波精工株式会社内 Tochigi (JP).
(22) 国際出願日: 2003 年 9 月 25 日 (25.09.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 西脇 民雄, 外 (NISHIWAKI, Tamio et al.); 〒104-0061 東京都 中央区 銀座 7 丁目 9 番 15 号 銀座ガスホールビル 3 階 Tokyo (JP).
(30) 優先権データ:
特願 2002-282483 2002 年 9 月 27 日 (27.09.2002) JP
特願 2003-131016 2003 年 5 月 9 日 (09.05.2003) JP (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 筑波精工株式会社 (TSUKUBA SEIKO LTD.) [JP/JP]; 〒321-4346 栃木県 真岡市松山町 12-2 Tochigi (JP).

[続葉有]

(54) Title: ELECTROSTATIC HOLDING DEVICE AND ELECTROSTATIC TWEEZERS USING SAME

(54) 発明の名称: 静電保持装置及びそれを用いた静電ピンセット



(57) Abstract: An electrostatic holding device (100) comprises a group of electrodes (103) composed of a plurality of electrodes covered with an insulating member (102). The device (100) directly holds in a contact way or floats and holds in a contactless way an object of holding (104) using an electrostatic force caused by applying a certain voltage to the group of electrodes (103), which is used as a holding surface. The device (100) is provided with an internal polarization eliminating means (an applied voltage controlling unit (105)) which eliminates internal polarization caused in the insulating member (102) by switching the polarity of the voltage applied to the group of electrodes (103). The electrostatic attraction force of the electrostatic holding device is not weakened even in any way of use. Electrostatic tweezers whose electrostatic attraction force is not weakened even when used by hand are also disclosed.

(57) 要約: 絶縁材 102 で被覆された複数の電極からなる電極群 103 を保持面として、該電極群 103 へ所定の電圧を印加して保持対象物 104 を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置 100 である。電極群 103

[続葉有]



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

静電保持装置及びそれを用いた静電ピンセット

技術分野

この発明は、静電気吸引力を用いて薄板などの保持対象物を接触又は非接触の状態で保持する静電保持装置及びそれを用いた静電ピンセットに関する。

背景技術

従来から、対象物を保持する保持装置としては真空チャックが一般に用いられているが薄板を対象とする場合には真空チャックでは周辺が撓む欠点がある。これに対して、静電チャックなどの静電保持装置によれば、電極面全体の静電力により対象物を保持することができるので、薄板をハンドリング（保持）しても周辺が撓むことがない（例えば、特開平 7-257751 号公報、特開平 9-322564 号公報、特開平 10-66367 号公報及び特開 2001-9766 号公報参照。）

このような静電保持装置として、例えば、第 13 図、第 15 図及び第 17 図に示すようなものが知られている。

ここで、第 13 図に示す接触型の静電保持装置（静電チャック）1100 においては、符号 101 は電極（静電電極）103 を取り付けるベース部材であり、電極要素 103a と電極要素 103b とからなる電極（電極群）103 が絶縁材 102 に覆われてベース部材 101 に固定されている。ここで、各電極要素 103a、103b はそれぞれ複数でもよく、複数の場合には各電極要素 103a、103b はそれぞれ電極要素群 103a、103b と呼称している。

これらの電極 103 は制御部（コントローラ）1105 に接続され、この制御部 1105 はスイッチ SW に接続されている。この制御部 1105 は、スイッチ SW のオン（on）、オフ（off）操作により、第 14 図に示すように、オン時には一定の電圧（例えば、電極要素 103a には +V1 ボルト、電極要素 103b には -V1 ボルト）を出力し、オフ時には、これらの電圧は遮断される。

これにより、スイッチSWがオン時に電極（電極面）103とハンドリング対象物104との間に静電気吸引力が誘起されてハンドリング対象物104が静電気吸引力で絶縁材102の保持面（吸着保持面）102aに吸引されて保持される。また、スイッチSWをオフ時には、これらの静電気吸引力は解消される。これにより、導体、半導体又は高抵抗体などのハンドリング対象物104を静電気吸引力により吸引したり、静電気吸引力を解除したりして、この静電保持装置1100は静電チャックとして機能する。

また、第15図に示す浮上型の静電保持装置（静電チャック）1200では、電極103の表面（電極面103）は絶縁材102により包まれ、その絶縁材102はベース板101に固定されている。電極面103と導体、半導体又は高抵抗体などのハンドリング対象物104間のギャップg（離間距離）を実時間でフィードバックするように変位センサ206が設けられている。

変位センサ206は貫通穴207を通してハンドリング対象物104と電極面103間のギャップgを測定し、コントローラ1205にフィードバックする。コントローラ1205は、測定されたギャップgに基づいて印加電圧を制御し、ギャップgを前もって指定した所定値に維持する。例えば、第16図に示すように、ギャップgがターゲットギャップより大きい場合（ギャップ>ターゲット）は、所定の直流電圧を印加して、静電気吸引力を誘起してハンドリング対象物104を吸引してギャップgを小さくする。

一方、ギャップgがターゲットギャップより小さい場合（ギャップ<ターゲット）は、各電極の印加される電圧を遮断して（0Vとし）、ハンドリング対象物104への吸引力を無くして自重でハンドリング対象物104を下げギャップgを大きくする。これを繰り返すことにより、所定のギャップgにハンドリング対象物104を保持することができる。

また、第17図に示す静電保持装置1300では、一対の電極要素群503a、503bが絶縁材102に覆われてベース部材101に固定されて、これらの電極要素群503a、503bには制御部1305から一定の電圧が印加されている。これにより、静電気力が誘起されてハンドリング対象物104が静電気吸引力で絶縁材102の面（保持面102a）に吸着されて保持される。

発明の開示

しかしながら、第13図又は第15図に示す静電チャック1100又は1200では、作業に伴って静電気吸引力（以下、単に吸引力という場合がある。）の低下が観察される。そして、この吸引力の低下は、使い方によって差が生じる。

例えば、静電チャックを自動機に取り付けて作業する場合には、吸引力の低下は顕著ではないが、この静電チャックを手作業でハンドリングする場合には吸引力の低下が顕著に観察される。吸引力が低下すると必要なハンドリングを行うことができない。それ故、手作業でハンドリングを行っても十分な静電気吸引力を発生できる静電保持装置の提供が望まれる。

また、従来提案されている静電チャックでは、絶縁材102は高い電気抵抗を有していることが必要であった。これは、絶縁材102の電気抵抗が不十分な場合には電極面に電圧を印加し続けているにもかかわらず、時間の経過と共に一度誘起した静電気吸引力が低下するためである。これは、電気抵抗が不十分であると電極要素103aと電極要素103bとの間に微少電流が流れることにより、電極103の表面とハンドリング対象物104と間の静電界が時間経過と共に低下することに起因する。そして、このような静電気力の低下は、チャックやハンドリング対象物104が物理的に破壊されない程度の小さな短絡現象でも確認される。

一方、電極103の表面を絶縁材102で被覆するには、電極103の一面側に粘着剤を介して絶縁フィルムを貼着する絶縁方法と、電極103の一面側に蒸着などの手法を用いて絶縁材の層を直接付与する絶縁方法とがある。

前者の粘着剤を用いる絶縁方法は安価に絶縁材の層により電極103の保持面102a側の表面を覆うことができるが、電極要素103a、103b間には粘着剤の層が介在される。この粘着剤の層は一般に高い電氣的抵抗を有しないので、この方法では電極103の表面とハンドリング対象物104との間は絶縁フィルムで絶縁できるが、電極要素103a、103b間が粘着剤の層のみにより絶縁されているので、絶縁性が必ずしも高くはない。これにより、各電極要素103a、103b間には微小電流が流れ、この各電極要素103a、103b間の微小電流の流れに伴い静電界が乱れる。そして、各電極要素10

3 a、1 0 3 b 間に大電流が流れ、電極 1 0 3 の表面自体が破壊する場合もある。

後者の蒸着などによる絶縁方法では、高い絶縁抵抗を維持することができるが、吸着保持面 1 0 2 a の絶縁層の厚み（絶縁材の厚み）d（第 1 7 図参照）を 1 5 0 μ m 程度の薄い厚みに全面的に均一に形成する加工は高価であり、結果として静電保持装置の価格を高騰させる。

そこで、この発明は、使い勝手によって静電吸引力の低下のない静電保持装置を提供することを目的とする。

また、この発明は、手作業によって使用しても、静電吸引力の低下のない静電ピンセットを提供することを他の目的とする。

また、この発明は、比較的絶縁抵抗の低い絶縁材料を用いても、経時的に十分な静電界、そして十分な静電気力を発生できる静電保持装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

上記課題を解決するため、本発明者等は鋭意研究の結果、手作業で静電保持装置を使用した場合の吸引力の低下の原因は、ハンドリング対象物 1 0 4 が近くにない状態で静電保持装置のスイッチをオンとした状態で放置することが多いことに関連することをつきとめた。

例えば、絶縁材 1 0 2 として体積抵抗が $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ である材料を用いて試作された静電保持装置 1 1 0 0 では、ハンドリング対象物 1 0 4 が近距離（1 mm 以下）にある状態では吸引力の低下は顕著ではないが、ハンドリング対象物 1 0 4 が存在しない状態で 3 分間程度の間電圧を印加しつづけると、次に電圧を印加してもハンドリング対象物 1 0 4 に対する吸引力が働かなくなった。また、この吸引力は時間の経過とともに回復するが、その回復には数時間が必要することが確認された。

そこで、本発明者等は、この理由を電極表面を被覆している絶縁材 1 0 2 の内部分極によるものと推定した。

すなわち、絶縁材は絶縁目的を満たすために抵抗値の高い材料が用いられている。ここで、絶縁材の内部分極は、一般には、電子分極、原子分極、双極子

分極及び空間電荷分極等から構成されている。これらの中で、電子分極及び原子分極はそれぞれ電子振動及び原子振動の早さに相当するので、外部電界を遮断すると（印加電圧を遮断すると）、瞬時的に内部分極は消滅するので実質的な影響はない。しかしながら、双極子分極や空間電荷分極では、内部分極の生起や進行には強い外部電界が必要であると共に、一度内部分極が生起して進行した場合、その内部分極が消滅するまでに要する緩和時間は数時間程度と長くなる。

そこで、従来の静電保持装置の絶縁材にもこの双極子分極や空間電荷分極が生起、進行してこの内部分極が影響しているのではないかと推定した。すなわち、絶縁材の内部分極の存在している状態では、電圧を印加してハンドリング対象物 104 を吸引しようとしても、電界が乱れているのでハンドリング対象物 104 に対する静電吸引力が弱まる。この静電吸引力の弱まる程度は、絶縁材内の双極子分極及び空間電荷分極の存在度合いに左右されるが、この双極子分極及び空間電荷分極の進行度合いは、絶縁材の構成成分、外部電界（印加電圧と電極形状）に依存する他その印加時間に依存する。

このような双極子分極や空間電荷分極は、逆方向の外部電界の無い状態では、内部分極の消滅には数時間程度の長い緩和時間を要するが、分極方向とは逆方向の外部電界を印加することにより、瞬時に解消又は緩和できる。

そこで、本発明者等は、このような吸引力の低下した静電保持装置に対して、同一電極群に対して、同一電極群に先に印加していた印加電圧とは逆極性の電圧を印加したところ、吸引力が直ぐに回復することをつきとめ本発明に到達した。

すなわち本発明は、絶縁材で被覆された複数の電極からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置の改良である。

第 1 の発明は、前記電極群へ印加する電圧の極性を切り替えて前記絶縁材内に発生する内部分極を消滅させる内部分極消去手段を備えていることを特徴とする静電保持装置である。

第 2 の発明は、前記電極群への印加電圧を遮断から印加に切り替える度に同一電極群には前回の印加電圧とは逆極性の電圧を印加する印加電圧切替手段と

して機能する印加電圧制御部を備えていることを特徴とする静電保持装置である。

第3の発明は、ハンドリング時に前記電極群に印加する電圧とは逆極性の電圧を発生させる逆極性電圧発生手段として機能する印加電圧制御部を備え、静電力が低下した場合に前記逆極性電圧発生手段により発生した逆極性電圧を前記電極群に印加可能に構成されていることを特徴とする静電保持装置である。

第4の発明は、前記電極群への印加電圧を、逆極性に交互に変えて印加する電圧印加手段として機能する印加電圧制御部を備えていることを特徴とする静電保持装置である。

このような静電保持装置によれば、保持面の静電力により保持対象物を接触的又は非接触的（静電浮上）に保持することができる。

また第1の発明のように、電極群へ印加する電圧の極性を切り替えて前記絶縁材内に発生する内部分極を消滅させる内部分極消去手段を備えていれば、保持対象物を保持しない状態で電極群へ電圧を印加して絶縁材内に内部分極が進行されていても、その内部分極が内部分極消去手段により消去又は緩和されて、吸引力を回復させることができる。

また、第2の発明のように、電極群への印加電圧を遮断から印加に切り替える度に同一電極群には前回の印加電圧とは逆極性の電圧を印加する印加電圧切替手段として機能する印加電圧制御部を用いれば、同一電極群には前回の印加電圧とは逆極性の電圧が印加されるので、絶縁材内に内部分極が進行されていても、その内部分極が瞬時に消滅又は緩和されて、吸引力を直ぐに回復させることができる。

また、第3の発明のように、ハンドリング時に前記電極群に印加する電圧とは逆極性の電圧を発生させる逆極性電圧発生手段として機能する印加電圧制御部を備え、前記絶縁材内に内部分極が発生して静電力が低下した場合に前記逆極性電圧発生手段により発生した逆極性電圧を前記電極群に印加可能に構成されているものを用いれば、絶縁材内の内部分極に起因した静電吸引力の低下があった場合、逆極性電圧発生手段により発生した逆極性電圧を電極群に積極的に印加することにより、その内部分極が瞬時に消滅又は緩和されて、吸引力を直ぐに回復させることができる。

また、第４の発明のように、電極群には、正負の逆極性の電圧を交互に印加する電圧印加手段として機能する印加電圧制御部を備えていれば、電極群には正負の逆極性の電圧が交互に印加されるので、絶縁材内に内部分極を生起することが無く、内部分極に基づく静電吸引力の低下を防ぐことができる。

以上のような静電保持装置は、半導体ウエハーなどの各種の薄膜を把持する把持手段としたり、また、長時間にわたって安定に保持できるので、半導体ウエハーへ露光する際の半導体ウエハーを保持するステージ（保持台）としての有用性が期待される。また、半導体ウエハーなど薄膜の搬送装置としての応用も期待される。

また、以上のような静電保持装置は、ハンドリング対象物が保持面近傍に存在しない状態で不用意に電極面に電圧を印加させやすい静電ピンセットなどを含めて手作業により静電保持装置を取り扱う場合に特に有効に利用される。

また、本発明は、電極へ印加する電圧を制御する制御部を備えて保持対象物を静電力により接触的に保持して、又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置において、

前記電極は、絶縁領域を介して隣接して配列された一対又は複数対の電極Ａ及び電極Ｂとから構成され、前記制御部は、前記電極Ａ及び電極Ｂに互いに逆極性の電圧を印加すると共に、同一電極要素には、正負の逆極性の電圧を交互に印加することを特徴とする静電保持装置である。

このように構成することにより、電極Ａ及び電極Ｂに互いに逆極性の電圧を印加することが可能であると共に同一電極要素には正負の逆極性の電圧を交互に印加することにより、比較的絶縁抵抗の低い絶縁層内での微小電流を最小限に抑え、電極面とハンドリング対象物間の静電界を高く維持することができる。これにより、比較的絶縁抵抗の低い絶縁層を用いても、経時的に十分な静電界、そして十分な静電気力を発生できるので、静電気力を用いて保持対象物を接触又は非接触の状態で短時間又は長時間にわたって保持する静電保持装置を提供することができる。

この静電保持装置は、前記電極を備えた複数の電極モジュールを備え、該電極モジュールは、それぞれ一対又は複数対の電極Ａ及び電極Ｂを備えることで、大面積の保持対象物を保持する保持装置とすることができる。

また、この静電保持装置によれば、電極面全体の静電力により対象物を接触的又は非接触的（静電浮上）に保持することができ、また、保持時間が長くなっても所定の保持力で保持でき、また、薄板をハンドリング（保持）しても周辺が壊むことがない。適宜の手法により薄膜を移動させることができ、半導体ウエハーなどの各種の薄膜を把持する把持手段としたり、また、長時間にわたって安定に保持できるので、半導体ウエハーへ露光する際の半導体ウエハーを保持するステージ（保持台）としての有用性が期待される。また、半導体ウエハーなど薄膜の搬送装置としての応用も期待される。

発明の効果

この発明によれば、使い勝手によって静電吸引力の低下のない静電保持装置を提供することができる。また、この静電保持装置は、手作業によって使用しても、静電吸引力の低下がないので、静電ピンセットなどとして利用することができる。

また、この発明によれば、比較的絶縁抵抗の低い絶縁材料を用いても、経時的に十分な静電界、そして十分な静電気力を発生できる静電保持装置を提供することができる、という実用上有益な効果を発揮する。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る接触型の静電保持装置の一例を断面により説明する図であり、第2図は、第1図の静電保持装置の電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

第3図は、本発明の実施の形態に係る浮上型の静電保持装置の一例を断面により説明する図であり、第4図は、第3図の静電保持装置の電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

第5図は、本発明に係る接触型の静電保持装置の一例を断面により説明する図であり、第6図は、第5図の静電保持装置の電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

第7図は、本発明に係る浮上型の静電保持装置の一例を断面により説明する図であり、第8図は、第7図の静電保持装置の電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

第 9 図は、本発明に係る接触型の静電保持装置の一例を断面により説明する図である。

第 10 図は、本発明に係る浮上型の静電保持装置の一例を断面により説明する図である。

第 11 図は、発明の他の実施の形態における第 9 図の静電チャックを用いた場合の静電気力の時間的な変化を示す図である。

第 12 図は、発明の他の実施の形態における第 10 図の静電チャックを用いた場合の静電気力の時間的な変化を示す図である。

第 13 図は、従来の静電チャックを説明する図であり、第 14 図は、第 13 図の静電チャックの電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

第 15 図は、従来の浮上型の静電チャックを説明する図であり、第 16 図は、第 15 図の静電チャックの電極に印加される電圧の波形を説明する図である。

第 17 図は、従来の薄板の吸着ハンドリング型静電チャックを説明する図である。

第 18 図は、従来の薄板の浮上ハンドリング型静電チャックを説明する図である。

第 19 図は、従来の静電チャックの発生静電気力の時間的な変化を示す図である。

ここで、符号 100, 200, 300, 400, 700, 800, 1100, 1200, 1300, 1400 は静電保持装置（静電チャック）、符号 101 はベース部材、符号 102 は絶縁材、符号 102a は絶縁材の保持面、符号 103 は電極、電極群またはそれらの電極面を示し、符号 103a、103b は電極要素又は電極要素群である。

また、符号 104 はハンドリング対象物（保持対象物）、符号 105, 205, 305, 405, 705, 805, 1105, 1205, 1305, 1405 はコントローラ（制御部）を示し、内 105, 205, 305, 405, 705 及び 805 はそれぞれ、単独で又はスイッチ SW などの他の手段とともに、内部電圧切替手段、逆極性電圧発生手段、内部分極消去手段等として機能する印加電圧制御部を構成している。また、符号 206 は変位センサであり、符号 207 は変位センサ 206 を設置するための貫通穴である。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明に係る静電保持装置につき図面に基づき説明する。なお、実質的に同一乃至は均等な部位部材は同一番号を付して詳細な説明は省略することがある。

第1図は、本発明の実施の形態に係る接触支持型の静電保持装置の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。

第1図において符号100は接触型の静電保持装置であり、ベース部材101の一面には絶縁材102が付与され、この絶縁材102に周囲を被覆されて電極群103が埋設されている。この電極群103は、二つの電極要素群103a、103bから構成されている。ここでは、絶縁材102は、電極要素群103aと電極要素群103bとの間、電極群103とハンドリング対象物104間を絶縁するために、高い絶縁抵抗を有する材料が用いられている。

また、このとき発生する静電気吸引力は、ハンドリング対象物104と電極群103の表面との距離（ギャップgであり、この場合は、絶縁材の厚みdと同じ。）の2乗に反比例するので、十分な静電気吸引力を誘起するには、絶縁材102の厚みdは絶縁耐圧を満たす限りなるべく薄く形成することが重要であり、一般的には100 μ m程度である。

電極群103（電極要素群103a、103b）にはコントローラ105が接続されている。このコントローラ105は、第2図に示すように、スイッチSWと連動して電極群103（電極要素群103a、103b）への印加電圧を遮断から印加に切り替える度に、同一電極には前回の印加電圧とは逆極性の電圧を印加するためのものである。ここで、このコントローラ105は、印加電圧切替手段として機能する印加電圧制御部を構成している。

次にこのような静電保持装置100を用いたハンドリング対象物104のロード及びアンロードについて説明する。

例えば、保持面102aとしての絶縁材102に保持対象物としてのハンドリング対象物104を接触させた状態で、スイッチSWを切断（オフ:off）状態から印加（オン:on）状態とする。このときの時刻（time）をt1とすると、

第2図に示すように、時刻 t_1 では、コントローラ 105 の出力 1 (output 1) から正の電圧である $+V_1$ ボルトが電極要素群 103 a に印加され、また、出力 2 (output 2) から出力 1 とは逆極性の負の電圧 $-V_1$ ボルトが電極要素群 103 b に出力される。これにより、電極群 103 の表面とハンドリング対象物 104 との間に静電気が誘起されて、導体、半導体、高抵抗体などのハンドリング対象物 104 が静電気吸引力により絶縁材 102 に吸引されて支持することができる (ロード)。

次に、時刻 t_2 においてスイッチ SW をオフ (off) とすると、各出力 1 及び出力 2 からの出力がゼロボルトとなり、静電気吸引力が消滅してハンドリング対象物 104 の保持を解消することができる (アンロード)。

次に、時刻 t_3 にて不用意に (又は誤って) ハンドリング対象物 104 が近くに無い状態で長時間スイッチ SW をオンとしてしまう。すると、ハンドリング対象物 104 が無い状態で電極 103 に所定の電圧を印加し続けることになる。このようにハンドリング対象物 104 が無い状態で例えば、3 分間以上電極に所定の電圧を印加し続けると、電極群 103 の表面の絶縁材 102 にはそれぞれの極性に応じた内部分極が時間の経過と共に進行される。すなわち、電極要素群 103 a 近傍の絶縁材 102 には出力 1 (output 1) の負の電圧に基づく内部分極が進行され、電極要素群 103 b 近傍の絶縁材 102 には出力 2 (output 2) の正の電圧に基づく内部分極が進行される。この結果、保持面としての絶縁材 102 には進行した内部分極に起因して、その後にハンドリング対象物 104 を接触しても出力 1 及び出力 2 に基づく静電気吸引力が弱くなりハンドリング対象物 104 を吸着保持することができなくなる。

そこで、 t_4 にて一度スイッチ SW を切断し、ハンドリング対象物 104 を接触させた状態で t_5 にて再びスイッチ SW をオンとする。本発明の実施の形態 1 で使用されるコントローラ 105 では、スイッチ SW がオンされる毎に、同一電極には前回のオン状態で印加された印加電圧と逆極性の電圧が印加されるように設定されているので、時刻 t_5 では、出力 1 (output 1) からは前回のオン時とは逆極性の正の電圧である $+V_1$ ボルトが電極要素群 103 a に印加され、また、出力 2 (output 2) から前回のオン時とは逆極性の負の電圧 $-V_1$ ボルトが電極要素群 103 b に出力される。これにより、電極群 103 の表面

の絶縁材 102 に進行された内部分極を打ち消す電圧が印加されることにより、内部分極は瞬時に消滅される。なお、この発明では、逆極性の電圧を印加する目的は内部分極を瞬時に消滅させることであるので、極性が異なれば、 V_1 と V_2 の絶対値は必ずしも等しくなくてもよい。

これにより、時刻 t_5 で印加された電圧により、電極群 103 の表面とハンドリング対象物 104 との間に静電気が正常に誘起されて、導体、半導体、高抵抗体などのハンドリング対象物 104 が再び静電気吸引力により絶縁材 102 に吸引されて支持することができる（ロード）。

すなわち、本発明で用いるコントローラ 105 は、スイッチ SW のオン (on)、オフ (off) に応じて、スイッチ SW がオンされた場合には、前回のスイッチ SW がオフとされる前の各電極要素群 103a と電極要素群 103b に印加されていた電圧と逆極性の電圧が印加されるように制御されていることにより、絶縁材 102 内に緩和時間の長い双極子分極や空間電荷分極が生起されて進行されていたとしても、瞬時にこれらの内部分極を消滅して、ハンドリング対象物 104 の保持を可能とする。

これにより、従来の静電保持装置では、ハンドリング対象物 104 が無い状態で不用意にスイッチ SW をオンとすることにより保持面としての絶縁材 102 中に不用意に内部分極を発生してハンドリング対象物 104 への保持能力が低下するが、この発明の静電保持装置 100 では、スイッチ SW をもう一度入れ直すことにより絶縁材 102 中の内部分極が瞬時に消滅されて常に所望の静電気吸引力を維持させることができる。

なお、このようなハンドリング対象物 104 が無い状態で不用意にスイッチ SW をオンとする操作は、装置のメンテナンスや装置の調整時に起こりやすい。一度内部分極が生起すると、静電吸引力が極端に低下するが、この発明の実施の形態に係る装置では、スイッチ SW を入れ直すだけで、内部分極が解消されて、実用的な静電吸引力を直ぐに回復できるという、実用的に有意義な効果を奏することができる。

変形例 1

以下に本発明の実施の形態に係る静電保持装置の変形例として、非接触型（浮

上型)の静電保持装置につき図面に基づき説明する。発明の実施の形態と実質的に同一乃至は均等な部位部材は同一番号を付して説明する。

第3図は、本発明の実施の形態の変形例に係る非接触浮上型の静電保持装置の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。

変形例1に係る静電保持装置200によれば、電極面103は絶縁材102により包まれ、ベース板101に固定されている。電極面103と導体、半導体又は高抵抗体などのハンドリング対象物104間のギャップ g (離間距離)を実時間でフィードバックするように変位センサ206が設けられている。変位センサ206は貫通穴207を通してハンドリング対象物104と電極面間のギャップ g を測定し、コントローラ205にギャップ g が所定値より大きい小さいかのシグナル情報(signal)Aをオン情報(on)又はオフ情報(off)としてフィードバックする。

ここで、この変形例に係るコントローラ205は本発明に従う印加電圧切替手段として機能する印加電圧制御部であり、第4図に示すように、このシグナル情報Aに基づいて、ギャップ g がターゲットギャップより大きい場合(ギャップ>ターゲット)は、シグナル(signal)Aからのオン(on)情報を入力してコントローラ205からの出力1, 2に所定の印加電圧を出力し、ギャップ g がターゲットギャップより小さい場合(ギャップ<ターゲット)は、シグナル(signal)Aからのオフ(off)情報を入力してコントローラ205からの出力1, 2を遮断する。また、このオン情報が入力される毎に、出力1(又は出力2)から出力される印加電圧の正負が逆転している。

例えば、時刻 t_0 にてハンドリング対象物104が保持するに十分に近い状態でメインスイッチがオンとされて、コントローラ205を含む静電保持装置200が作動されたとする。

ハンドリング対象物104は、自重により落下するので、時刻 t_1 にてギャップ g が大きくなりターゲットギャップよりも大きくなる。

ここで、時刻 t_1 では、ターゲットギャップよりも大きくなった旨のシグナル情報Aがオン情報としてコントローラ205に入力される。

コントローラ205は出力1には所定の正の電圧 $+V_1$ ボルトを出力し、出

力 2 には、出力 1 とは逆極性の負の電圧 $-V_1$ ボルトを出力し、ハンドリング対象物 104 と電極面 103 との間で静電気吸引力を誘起してハンドリング対象物 104 を吸引してギャップ g が小さくなるように誘導される。

次に、時刻 t_2 でギャップ g がターゲットギャップより小さくなるが、その場合は、シグナル A はオフ (off) 情報を出力し、この出力情報はコントローラ 205 に入力される。コントローラ 205 は、この入力されたオフ情報に基づいて各電極の印加される電圧を遮断して (0 V とし)、ハンドリング対象物 104 と電極面 103 との静電吸引力を無くして自重でハンドリング対象物 104 を下げギャップ g が大きくなるように誘導する。

次に、時刻 t_3 でギャップ g が再びターゲットギャップより大きくなるが、その場合は、シグナル A はオン情報を出力し、この出力情報はコントローラ 205 に入力される。コントローラ 205 は、この入力されたオン情報に基づいて各電極に所定の電圧を印加する。ここでは、時刻 t_1 にて印加された前回の各電極群 103 a、103 b に印加された電圧とは逆極性の電圧が印加される。すなわち、出力 1 には所定の負の電圧 $-V_2$ ボルトが出力され、出力 2 には前回の印加電圧とは逆極性の正の電圧 $+V_2$ ボルトが出力される。

ここで、各出力 1, 2 から出力される電圧は、前回に印加された電圧とは逆極性であればよく、 V_1 と V_2 の絶対値は同一であってもよく、また異なってもよい。すなわち、例えば、出力 1 には出力される電圧は負であれば、先に印加された電圧 $+V_1$ ボルトとは絶対値が等しい、 $-V_1$ ボルトであってもよい。

これにより、ハンドリング対象物 104 と電極面 103 との間で静電気吸引力を誘起してハンドリング対象物 104 を吸引してギャップ g が小さくなるように誘導される。また、絶縁材 102 に内部分極がある場合には各電極 103 には逆極性の電圧が印加されるので、内部分極は緩和又は消滅させることができる。

次に、時刻 t_4 でギャップ g がターゲットギャップより小さくなるが、その場合は、シグナル A はオフ (off) 情報を出力し、この出力情報はコントローラ 205 に入力される。コントローラ 205 は、この入力されたオフ情報に基づいて各電極の印加される電圧を遮断して (0 V とし)、ハンドリング対象物 1

04と電極面103との静電吸引力を無くして自重でハンドリング対象物104を下げギャップ g が大きくなるように誘導する。

次に、時刻 t_5 でギャップ g が再びターゲットギャップより大きくなるが、その場合は、シグナルAはオン情報を出力し、この出力情報はコントローラ205に入力される。コントローラ205は、この入力されたオン情報に基づいて時刻 t_3 にて印加された前回の各電極要素群103a、103bに印加された電圧とは逆極性の電圧が印加される。これにより、ハンドリング対象物104と電極面103との間で静電気吸引力を誘起してハンドリング対象物104を吸引してギャップ g が小さくなるように誘導される。また、絶縁材102に内部分極がある場合には各電極103には逆極性の電圧が印加されるので、内部分極は緩和又は消滅させることができる。

次に、時刻 t_6 でギャップ g がターゲットギャップより小さくなるが、その場合は、シグナルAはオフ(off)情報を出力し、この出力情報はコントローラ205に入力され、この入力されたオフ情報に基づいてハンドリング対象物104はギャップ g が大きくなるように誘導される。

以下同様に、時刻 t_7 でギャップ g が再びターゲットギャップより大きくなるので、シグナルAのオン情報に基づいて、時刻 t_5 にて印加された前回の各電極群103a、103bに印加された電圧とは逆極性の電圧が印加されてハンドリング対象物104はギャップ g が小さくなるように誘導される。

以上のような静電保持装置200によれば、コントローラ205から出力される電圧は、印加電圧が遮断から印加に切り替える度に同一電極には前回の印加電圧とは異なる極性（逆極性）の電圧が印加されるので、絶縁材102内の内部分極が進行されないか、または、内部分極があった場合にも内部分極は緩和又は消滅させることができる。

変形例2

以下に本発明の実施の形態に係る静電保持装置の変形例として、接触型の静電保持装置につき図面に基づき説明する。発明の実施の形態と実質的に同一乃至は均等な部位部材は同一番号を付して説明する。

第5図は、本発明の実施の形態の変形例に係る静電保持装置の概念を説明す

る概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。

この変形例 2 に係る静電保持装置 300 では、第 1 図に係る静電保持装置 100 のスイッチ SW 及びコントローラ 105 とからなる印加電圧制御部に変えて、二つのスイッチ SW1 及び SW2 とコントローラ 305 からなる逆極性電圧発生手段としても機能する印加電圧制御部が用いられている。

このような印加電圧制御部によれば、スイッチ SW1 及び SW2 のオン(on)、オフ(off)操作により、出力 1 (output1) および出力 2 (output2) に第 6 図に示すような印加電圧を出力することができる。

このような静電保持装置 300 によれば、スイッチ SW1 をオン、オフすることにより、出力 1 及び出力 2 から互いに逆極性の印加電圧を出力させることができ、これにより、スイッチ SW1 がオン状態（時刻 $t_1 - t_2$ 及び時刻 $t_3 - t_4$ 間）では、電極要素群 103a には、正の印加電圧 $+V_1$ ボルトを印加させ、電極要素群 103b には負の印加電圧 $-V_1$ ボルトを印加させることができ、これにより、電極面 103 とハンドリング対象物 104 との間に静電気吸引力を働かせてハンドリング対象物 104 を保持面に保持させることができる。また、スイッチ SW1 をオフ（時刻 t_2 又は t_4 ）とすることにより、出力 1 及び出力 2 の印加電圧を遮断させて、静電気吸引力を消去させて保持力を解消させてハンドリング対象物 104 をロードさせたり、アンロードさせたりするハンドリング操作を行うことができる。以下、このスイッチ SW1 によりロード、アンロードしている状態をハンドリング操作時と略称して説明する。

また、スイッチ SW1 がオフ状態（時刻 $t_4 - t_7$ ）のときに、スイッチ SW2 をオン（時刻 t_5 ）とすることにより、出力 1 からハンドリング操作時とは異なる極性の負の電圧 $-V_2$ ボルトを出力し、出力 2 からハンドリング操作時とは異なる極性の正の電圧 $+V_2$ ボルトを出力させることができる。これにより、この変形例 2 に係る印加電圧制御部は、ハンドリング時に電極 103 に印加する電圧とは逆極性の電圧を発生させる逆極性電圧発生手段としても機能する。

以上のような静電保持装置 300 によれば、ハンドリング操作時に同一電極要素群 103a 又は 103b に同一極性の電圧が印加されることにより絶縁材

102に内部分極が発生して静電保持力が弱くなった場合にスイッチSW2をオンとすることにより、静電保持力を回復させることができる。

すなわち、この変形例2に係る逆極性電圧発生手段によりスイッチSW1がオフ状態でスイッチSW2をオンとすれば、各電極103にはハンドリング操作時とは異なる極性の電圧が印加される。これにより、静電保持力を弱める原因となる絶縁材102内の内部分極が消滅又は緩和されて、静電保持装置の静電気吸引力を回復させることができる。

変形例3

以下に本発明の実施の形態に係る静電保持装置の変形例として、非接触型（浮上型）の静電保持装置につき図面に基づき説明する。変形例2と実質的に同一乃至は均等な部位部材は同一番号を付して説明する。

第7図は、本発明の実施の形態の変形例に係る非接触型の静電保持装置400の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。

この変形例3に係る静電保持装置400では、第3図に係る静電保持装置200のコントローラ205からなる印加電圧制御部に加えて、スイッチSW2の制御信号によっても印加電圧を制御可能なコントローラ405が印加電圧切替手段として機能する印加電圧制御部として用いられている。

このような印加電圧制御部によれば、シグナルAのオン(on)、オフ(off)情報及びスイッチSW2の情報により、出力1(output1)および出力2(output2)に第8図に示すような印加電圧を出力することができる。

すなわち、このような静電保持装置400によれば、シグナルAのオン、オフ情報に基づいて出力1及び出力2から互いに逆極性の印加電圧を出力する。すなわち、スイッチSW2がオフの状態で、例えば、時刻t1でシグナルAのオン情報を入力したコントローラ405は、出力1からは正の電圧+V1を出力し、出力2からは負の電圧-V1を出力し静電吸引力を働かせてギャップgを小さくさせる。また、時刻t2でシグナルAのオフ情報が入力されることにより、印加電圧を遮断（出力1及び出力2ともに0ボルト）させることにより、ハンドリング対象物104を自重で落下させてギャップgを大きくする。

また、時刻 t_3 でシグナル A のオン情報を入力したコントローラ 405 は、出力 1 からは正の電圧 $+V_1$ を出力し、出力 2 からは負の電圧 $-V_1$ を出力し、また、時刻 t_4 でシグナル A のオフ情報が入力されることにより、印加電圧を遮断（出力 1 及び出力 2 とともに 0 ボルト）させる。

ついで、スイッチ SW2 がオンの状態で、例えば、時刻 t_5 でシグナル A のオン情報を入力したコントローラ 405 は、出力 1 からは負の電圧 $-V_2$ を出力し、出力 2 からは正の電圧 $+V_2$ を出力し静電吸引力を働かせてギャップ g を小さくさせる。

時刻 t_6 でシグナル A のオフ情報が入力されることにより、印加電圧を遮断（出力 1 及び出力 2 とともに 0 ボルト）させることにより、ハンドリング対象物 104 を自重で落下させてギャップ g を大きくする。

また、時刻 t_7 でシグナル A のオン情報を入力したコントローラ 405 は、出力 1 からは再び正の電圧 $+V_1$ を出力し、出力 2 からは負の電圧 $-V_1$ を出力し、また、時刻 t_8 でシグナル A のオフ情報が入力されることにより、印加電圧を遮断（出力 1 及び出力 2 とともに 0 ボルト）させる。

このような制御を繰り返すことにより、所定の離間距離にハンドリング対象物 104 を保持することができる。

ここで、この変形例 3 に係る静電保持装置 400 では、スイッチ SW2 がオン状態の時刻 $t_5 - t_6$ の間に出力される印加電圧は、時刻 $t_1 - t_4$ の間に印加された電圧と極性が逆転されていることにより、時刻 $t_1 - t_4$ の間に絶縁材 102 内に内部分極が生起されて進行されていても時刻 $t_5 - t_6$ の逆極性の電圧の印加により内部分極は緩和され又は消去される。

このように、ハンドリング操作時に同一電極要素群 103a 又は 103b に同一極性の電圧を印加させて絶縁材 102 に内部分極が発生して静電保持力が弱くなった場合には、スイッチ SW2 をオンとすることにより、各電極 103 に逆極性の電圧を印加させることにより内部分極を消滅又は緩和させて静電保持装置の静電気吸引力を回復させることができる。

なお、ここでは、スイッチ SW2 の操作により同一電極に印加される電圧の極性を変更するように制御していたが、その制御の形式及び制御のタイミングは自由である。例えば、スイッチ SW2 の操作によらずに、ハンドリング操作

時間の一定時間が経過する毎に印加電圧の正負を逆転して印加させて制御してもよい。

変形例 4 及び 5

以下に本発明の実施の形態の変形例 4 及び 5 を図面に基づき説明する。実施の形態 1 及び変形例 1 と同一乃至は均等な部位部材は同一番号を付して説明する。

ここで、第 9 図及び第 10 図は、本発明の実施の形態の変形例に係る静電保持装置の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面により切断した場合の断面図が示されている。ここで、第 9 図は接触支持型の静電保持装置を示し、第 10 図は非接触支持型（浮上型）の静電保持装置を示している。

（接触型の静電保持装置）

第 9 図において符号 700 は接触型の静電保持装置であり、ベース部材 101 の一面には絶縁材 102 が形成されている。この絶縁材 102 に周囲を被覆されて電極 103 が形成されている。この電極 103 は、二つの電極要素群 103a, 103b から構成されている。各電極 103（電極要素群 103a, 103b）には、第 9 図に示すような波形の印加電圧を発生させるコントローラ 705 が接続されている。

すなわち、このコントローラ 705 には、電極要素群 103a と電極要素群 103b とに正、負の互いに逆極性の電圧を印加すると共に、同一電極要素には正負の逆極性の電圧を交互に印加（交番電場を印加）している。

このようなコントローラ 705 を備えれば、印加電圧を逆極性に変換することによって、ハンドリング対象物 104 の表面に逆極性の電荷が瞬時的に誘導されて、絶縁材 102 の内部に内部分極が生起することがなく、常に一定の静電吸引力を得ることができる。

この印加電圧の変換周波数はとくには制限されずに、例えば、数百 Hz 以下である。なお、交番電場の波形は、図に示すような矩形波が好ましい。

（浮上型の静電保持装置）

第 10 図に示す本発明の変形例 5 に係る静電保持装置 800 では、同一電極

要素には正極と負極の電圧を常に交互に印加するコントローラ 805 が用いられている。

このようなコントローラ 805 を用いることにより、ハンドリング対象物 104 とのギャップ g (距離) を広げたいときは、印加電圧を遮断し、自重でハンドリング対象物 104 を下ろすが、ギャップ g を狭めたいときは、第 10 図に示すように、極性の異なる 2 電圧を交互に印加するようにすると、絶縁材 102 内に内部分極を起こすことなく、静電気吸引力の連続した降下を妨げ、安定した浮上支持を実現することができる。

以上の実施の形態及び変形例にて説明した静電保持装置を用いれば、把持手段を用いずに対象物を保持したり保持を解除することが自由にできるので、薄膜部材のハンドリング装置、静電浮上システムなどへの利用が期待され、電子ビーム加工や露光装置での位置決め用の各種ステージとして、精密機械や部品の防振など、また、ハードディスクなどの静電浮上装置としても利用が期待される。

また、浮上型の静電保持装置を用いれば、把持手段を用いずに対象物が浮上した状態で対象物を保持したり保持を解除することが自由にできるので、半導体ウェハーなどの薄膜のハンドリング装置、静電搬送装置、各種浮上システムなどへの利用が期待される。また、このような浮上型の静電保持装置によれば、摩耗や発塵などの無い各種の静電チャックへの応用が期待される。

また、以上の静電保持装置によれば、ハンドリング対象物が近くに無い状態で、スイッチをオンとしても、絶縁材内に発生した内部分極を消滅又は緩和できたり、又は内部分極を生起させないので、常に安定した静電保持力を得ることができる。これにより、本発明の静電保持装置を、例えば、静電ピンセットなどの手作業でハンドリングを行う装置に適用することにより、本発明の有効な効果を奏させることができる。

発明の他の形態

以下に本発明の実施の形態について図面に基づき説明する。

第 9 図及び第 10 図は、本発明の実施の形態に係る静電保持装置の概念を説明する概念図であり、静電保持装置を電極面に対して直交する中心を通る断面

により切断した場合の断面図が示されている。ここで、第9図は接触支持型の静電保持装置700を示し、第10図は非接触支持型（浮上型）の静電保持装置800を示している。いずれの例でも、絶縁材102に粘着剤が含まれる等して電気抵抗が高くなっても、絶縁層内の電流を最小に抑えて、ハンドリング対象物104と電極103の表面との間の電界を高く維持することができる。

（接触型の静電保持装置）

第9図において符号700は接触型の静電保持装置であり、ベース部材101の一面には層状となって絶縁材102が付与されている。この絶縁材102に周囲を被覆されて電極103が形成されている。この電極103は、二つの電極要素群103a、103bから構成されている。

電極103の表面（電極面103）とハンドリング対象物104との間に静電気を誘起することによってハンドリング対象物104を静電気吸引力で絶縁材102の保持面102aに吸着支持することができる。このハンドリング対象物104としては、導体、半導体又は高抵抗体などのいずれの材料もハンドリングできる。

ここで、このとき発生する静電気吸引力は、ハンドリング対象物104と電極103間の距離（絶縁材の厚み d 又はギャップ g ）の2乗に反比例するので、十分な静電気力を誘起するには、絶縁材102は絶縁耐圧を満たす限りなるべく薄く形成することが重要である。例えば、1kVの電圧を電極面に印加するには絶縁材の厚み（絶縁層の厚み） d は約 $150\mu\text{m}$ であり、 $20\mu\text{m}$ 以内の厚み公差が要求される。このような薄くて寸法制度が要求される絶縁膜を表面積 1m^2 の電極面の全面に形成するには、粘着層を介して絶縁フィルムを電極面に固定するのが簡易的であつ安価となる。

しかしながら、絶縁層の形成に粘着剤を用いると絶縁性が低下する。これは、粘着剤には、粘着力を高めるために微少量であるが種々の溶剤成分が含まれ、これらの溶剤成分が絶縁抵抗を低下させていると考えられる。

隣り合った極性の異なる二つの電極要素群103a、103b間、或いは電極面とハンドリング対象物104との間に粘着材層が介在される場合には、第19図に示すように、時間の経過に伴って静電気力が低くなる。これは、絶縁性が不十分であると、一定電圧で電極面に電圧を印加しても時間の経過に伴っ

て内部分極が進むと同時に微小電流が流れるためである。この微小電流の流れが粘着剤層の内部分極の進行に伴って急激に大きくなり、電極面とハンドリング対象物 104 との間に一度形成した静電界を乱し、ハンドリング対象物 104 に発生する静電気吸引力を弱めてしまう。また、場合によっては、絶縁層の完全破壊を伴って、瞬間的な大電流が発生し、電極面又はハンドリング対象物 104 の物理的な破壊が生起することもある。

これにより、各電極要素群 103 a、103 b のそれぞれに異なる電圧を印加してもその電圧の極性が常に同一極性である場合には、一定電圧で印加し続けても時間の経過に伴って一度誘起された静電気力が時間の経過に伴って低下する。

そこで、本発明の他の実施の形態で用いられるコントローラ 705 としては、絶縁層内に微小電流が流れても、その微小電流の流れる値（破壊電流）がある値以上になる前に印加電圧の極性を変更させるものが用いられる。このようなコントローラ 705 は、第 11 図に示すような極性が交互に逆転する波形の印加電圧を発生させるものであり、時間の経過に伴う静電気力の低下を防いでいる。

上述したように、静電気力の低下の原因は、電極要素間に介在する絶縁層が強い同一電界に長時間印加し続けられることに伴う弱い絶縁破壊による電流（以下、破壊電流という。）の増大である。この破壊電流の増大によって静電界が乱れ、静電気力が低下する。

本発明の他の実施の形態で用いるコントローラ 705 は、電極要素群 103 a と電極要素群 103 b とに正、負の互いに逆極性の電圧を印加すると共に、同一電極要素には正負の逆極性の電圧を交互に印加（交番電場を印加）している。

このようなコントローラ 705 を備えれば、絶縁層の絶縁が不十分であり、絶縁層内に微小電流が流れても、その微小電流の流れる値（破壊電流）がある値以上になる前に印加電圧の極性を変更させる。すなわち、破壊電流がある値以上になる前に、電極要素間の電界の正負が逆となるように電圧を印加すれば、電極要素間に介在する絶縁層の分極方向が逆転するので、絶縁破壊が解消され破壊電流が止まるのである。

また、印加電圧を逆極性に変換することによって、ハンドリング対象物 104 の表面に逆極性の電荷が瞬時的に誘導され再び元の静電気吸引力が復活する。これを繰り返すことにより長時間の時間の経過でも静電気力の低下はなく確実にハンドリング対象物 104 を保持することができる。これにより静電気力のある一定値以上に維持することができる。

この印加電圧の変換周波数は絶縁層の電氣的絶縁抵抗の高さ（絶対値）に依存する。これにより、絶縁層の抵抗が低いほど周波数を上げる必要があるが、絶縁層の抵抗が高くなれば周波数は低くてもよい。一般的な実施例として採用される周波数の目安は数百 Hz 以下で十分である。

すなわち、所定時間以内に印加電圧の極性が交互に変換するように印加電圧を形成すると、破壊電流をある値以内に抑制しながら、静電気吸引力は第 11 図に示すように、ある一定の範囲内で変動はするが、静電気力が低下するのが防止できる。なお、交番電場の波形は、図に示すような矩形波が好ましい。

このような接触型の静電保持装置 700 は、把持手段を用いずにハンドリング対象物 104 を保持したり保持を解除することが自由にできるので、半導体ウエハーなどの薄膜の静電搬送装置、薄膜のハンドリング装置などへの応用が期待される。

また、この接触型の静電保持装置 700 を用いれば、大面積の薄膜を撓み無く長時間にわたって保持する保持手段又は保持台、例えば、電子ビーム加工を含む各種の露光装置で半導体ウエハーを長時間保持するステージ等への応用が期待される。

（浮上型の静電保持装置）

第 18 図に示す浮上型の静電保持装置 1400（図 15 に示す静電保持装置 1200 に実質的に同一）によれば、電極面 103 は絶縁層 102 により包まれ、ベース板 101 に固定されている。電極面 103 と導体、半導体又は高抵抗体などのハンドリング対象物 104 と間のギャップ g （離間距離）を実時間でフィードバックするように変位センサ 206 が設けられている。

変位センサ 206 は貫通穴 207 を通ってハンドリング対象物 104 と電極面間のギャップ g を測定し、コントローラ 1405 にフィードバックする。コントローラ 1405 は、測定されたギャップ g に基づいて印加電圧を制御し、

ギャップ g を前もって指定した所定値に維持する。例えば、図示の様に、ギャップ g がターゲットギャップより大きい場合（ギャップ $>$ ターゲット）は、所定の直流電圧を印加して、静電気力を誘起してハンドリング対象物 104 を吸引してギャップ g を小さくする。一方、ギャップ g がターゲットギャップより小さい場合（ギャップ $<$ ターゲット）は、各電極の印加される電圧を下げて（0 V とし）、ハンドリング対象物 104 への吸引力を低下させギャップ g を大きくする。これを繰り返すことにより、所定のギャップ g にハンドリング対象物 104 を保持することができる。

しかし、絶縁層の抵抗が低いと、連続的な一定電圧の印加に伴って、一度誘起した静電気力が低減し、所定の支持力が得られない場合がある。

これに対して、第 10 図に示す本発明に係る静電保持装置 800 では、同一電極要素には正極と負極の電圧を常に交互に印加することにより絶縁層内に微小電流が流れても、その微小電流の流れる値（破壊電流）がある値以上になる前に印加電圧の極性を変更できるコントローラ 805 が用いられている。

これにより、比較的絶縁抵抗の低い絶縁層を用いても安定して浮上ハンドリングが実現できる。

コントローラ 805 を用いることにより、比較的絶縁抵抗の低い絶縁層を用いても安定して浮上ハンドリングが実現できる。ハンドリング対象物 104 とのギャップ g （距離）を広げたいときは、印加電圧を遮断し、自重でハンドリング対象物 104 を下ろすが、ギャップ g を狭めたいときは、第 10 図及び第 12 図に示すように、極性の異なる 2 電圧を交互に印加するようにすると、静電気力の連続した降下を妨げ、安定した浮上支持を実現することができる。

このような浮上型の静電保持装置 800 は摩耗や発塵などの関係で非接触方式が望まれている各種の静電チャックへの応用が期待される。

さらに、このような静電保持装置 800 を用いれば、把持手段を用いずに対象物を保持したり保持を解除することが自由にできるので、薄膜部材のハンドリング装置、静電浮上システムなどへの利用が期待され、電子ビーム加工や露光装置での位置決め用の各種ステージとして、精密機械や部品の防振など、また、ハードディスクなどの静電浮上装置としても利用が期待される。

このような浮上型の静電保持装置 800 を用いれば、把持手段を用いずに対

象物が浮上した状態で対象物を保持したり保持を解除することが自由にできるので、半導体ウエハーなどの薄膜のハンドリング装置、静電搬送装置、各種浮上システムなどへの利用が期待される。

以上、この発明を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があってもこの発明に含まれる。

請 求 の 範 囲

1. 絶縁材で被覆された複数の電極からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置において、

前記電極群へ印加する電圧の極性を切り替えて前記絶縁材内に発生する内部分極を消滅させる内部分極消去手段を備えていることを特徴とする静電保持装置。

2. 絶縁材で被覆された複数の電極からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置において、

前記電極群への印加電圧を遮断から印加に切り替える度に同一電極群には前回の印加電圧とは逆極性の電圧を印加する印加電圧切替手段として機能する印加電圧制御部を備えていることを特徴とする静電保持装置。

3. 絶縁材で被覆された複数の電極からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置において、

ハンドリング時に前記電極群に印加する電圧とは逆極性の電圧を発生させる逆極性電圧発生手段として機能する印加電圧制御部を備え、静電力が低下した場合に前記逆極性電圧発生手段により発生した逆極性電圧を前記電極群に印加可能に構成されていることを特徴とする静電保持装置。

4. 絶縁材で被覆された複数の電極からなる電極群を保持面として、該電極群へ所定の電圧を印加して保持対象物を静電力により接触的に保持して又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置において、

前記電極群への印加電圧を、逆極性に交互に変えて印加する電圧印加手段として機能する印加電圧制御部を備えていることを特徴とする静電保持装置。

5. 請求項1～4のいずれかに記載の静電保持装置を用い、前記保持面をピンセット吸引部とする静電ピンセット。

6. 電極へ印加する電圧を制御する制御部を備えて保持対象物を静電力により接触的に保持して、又は非接触的に浮上させて保持する静電保持装置にお

いて、

前記電極は、絶縁領域を介して隣接して配列された一対又は複数対の電極 A 及び電極 B とから構成され、

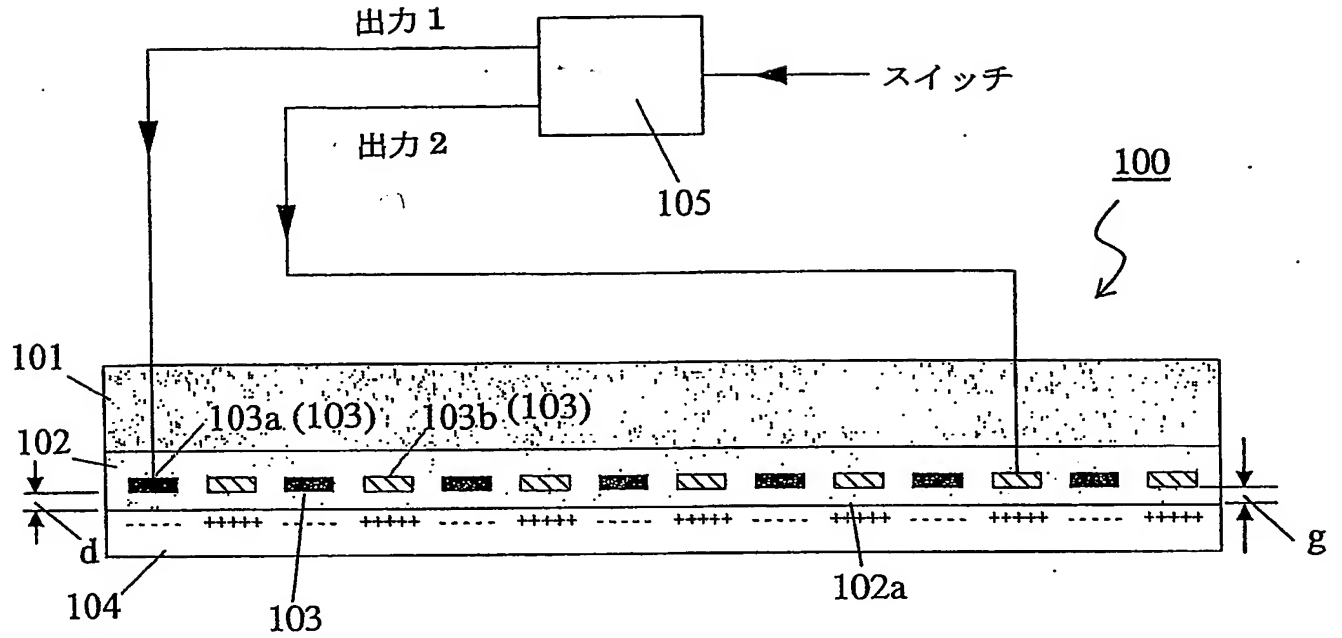
前記制御部は、前記電極 A 及び電極 B に互いに逆極性の電圧を印加すると共に、同一電極要素には、正負の逆極性の電圧を交互に印加することを特徴とする静電保持装置。

7. 前記保持対象物は、前記電極に直接又は他の部材を介して接触して保持されることを特徴とする請求項 1 記載の静電保持装置。

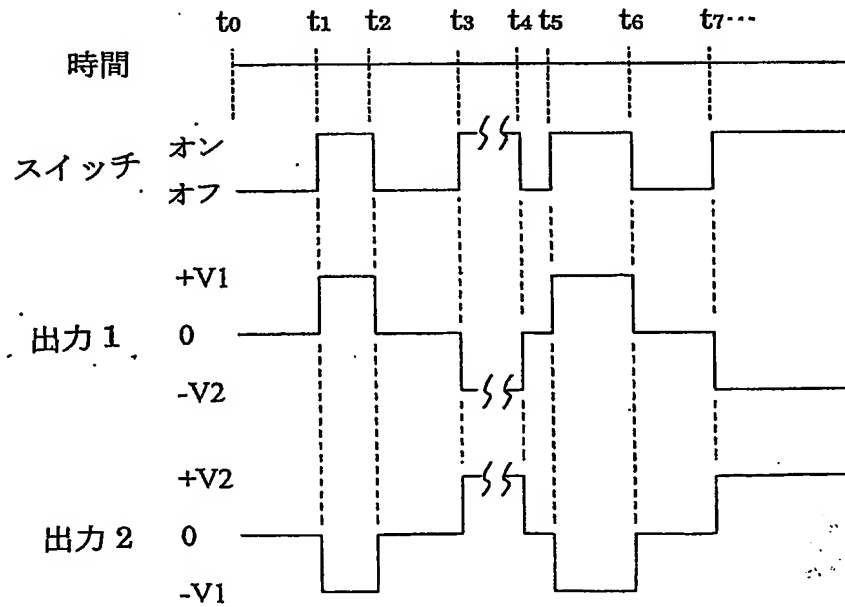
8. 前記静電保持装置は、前記電極と保持対象物との間の距離を検知する距離検知手段を備え、前記制御装置は、前記距離検知手段により検知された距離情報に基づき、前記保持対象物が前記電極とは所定距離を離間して浮上保持するように制御することを特徴とする請求項 1 記載の静電保持装置。

9. 請求項 1, 2, 3, 4 又は 6 に記載の静電保持装置を利用した搬送装置又はステージ。

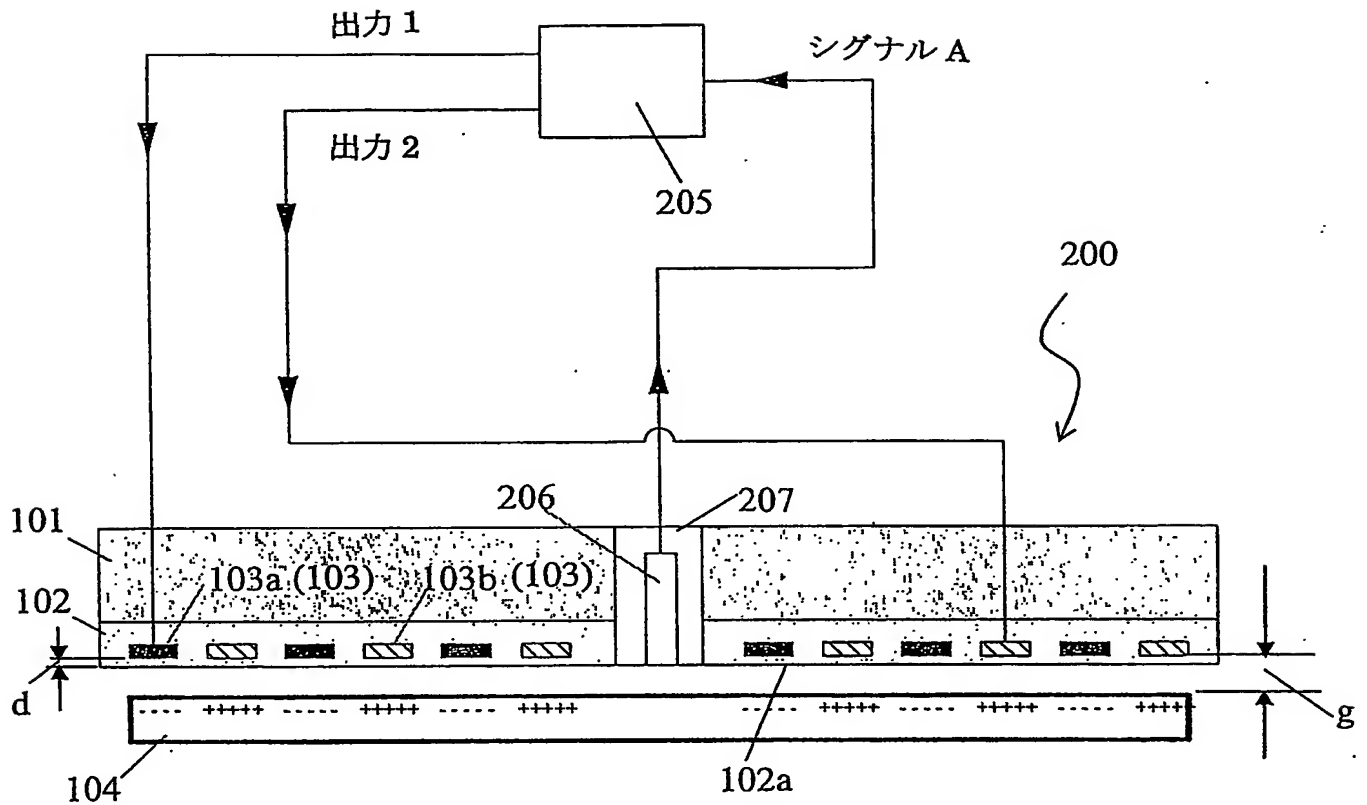
第1図



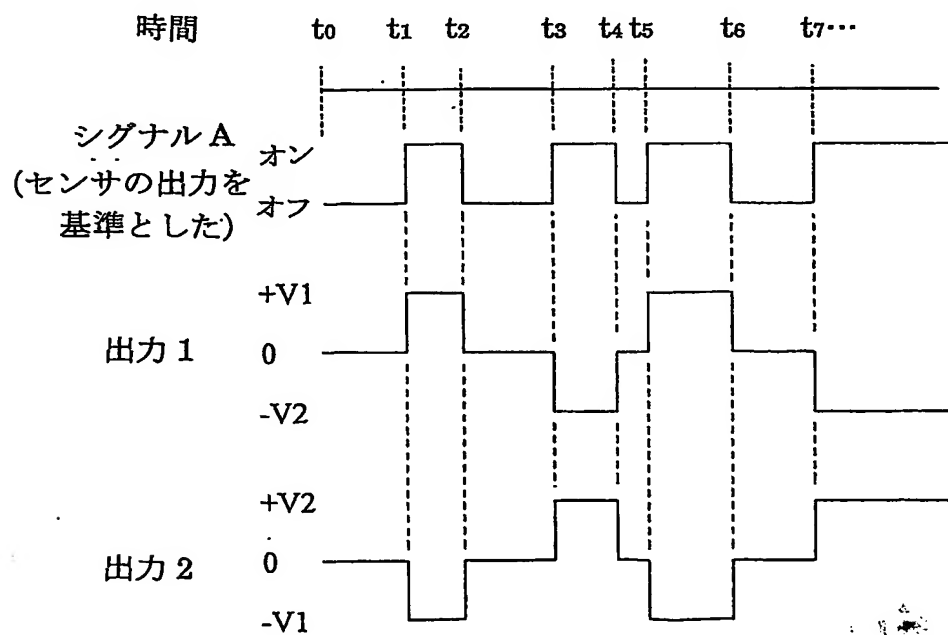
第2図



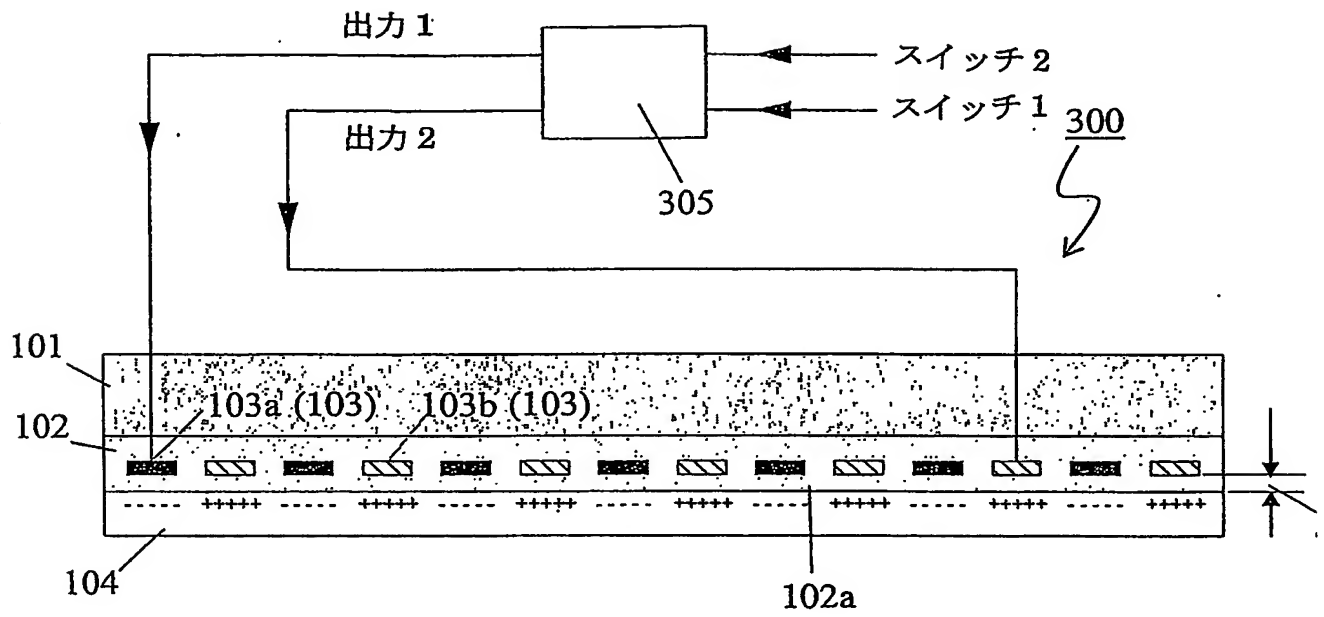
第3図



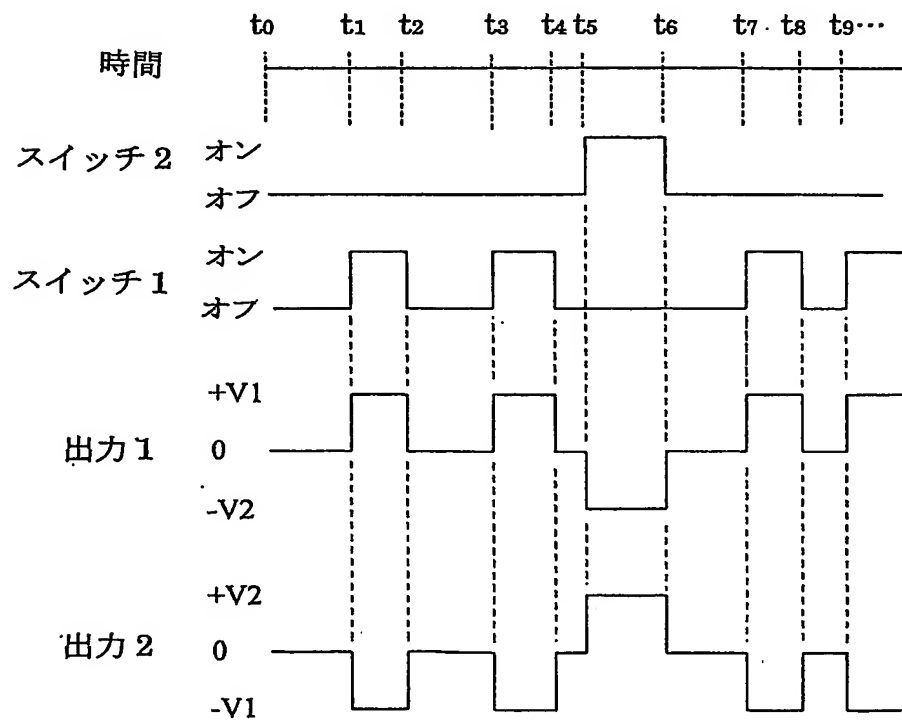
第4図



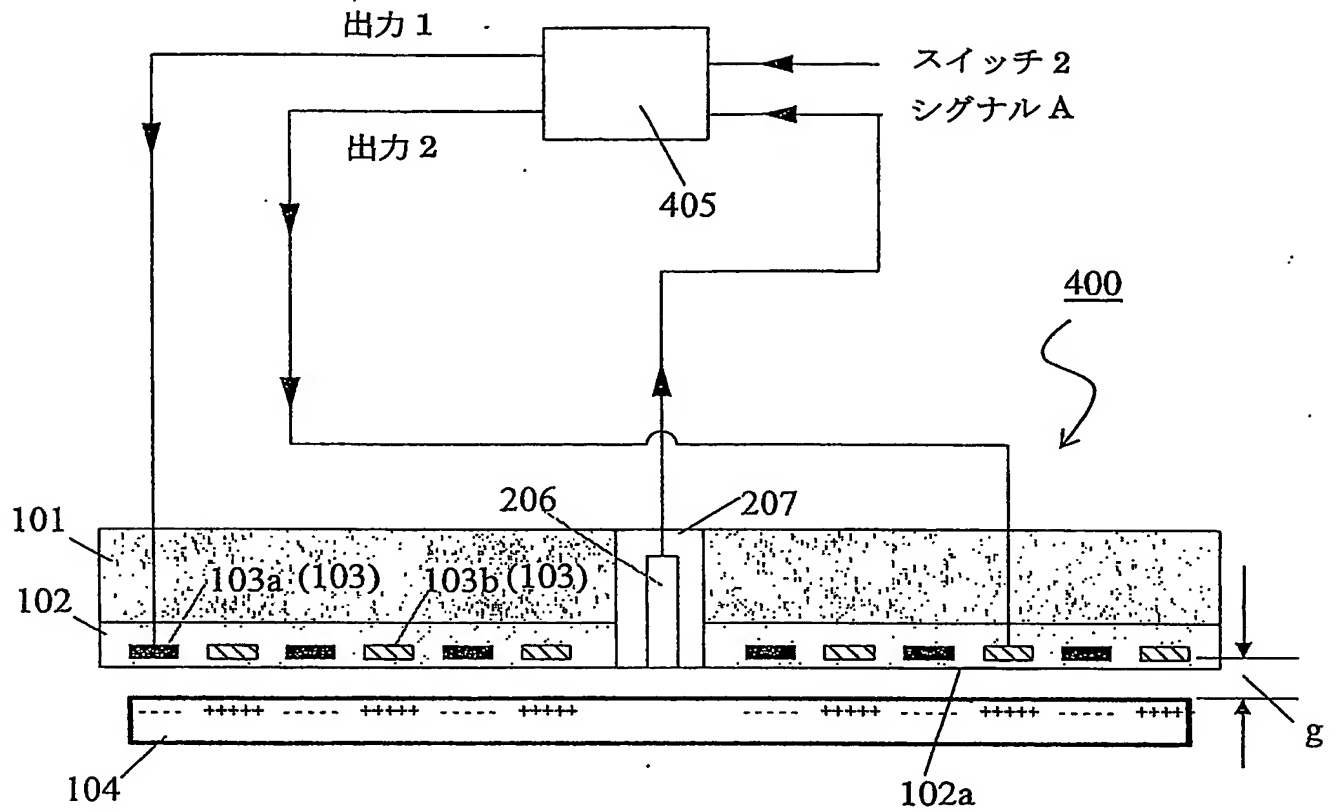
第5図



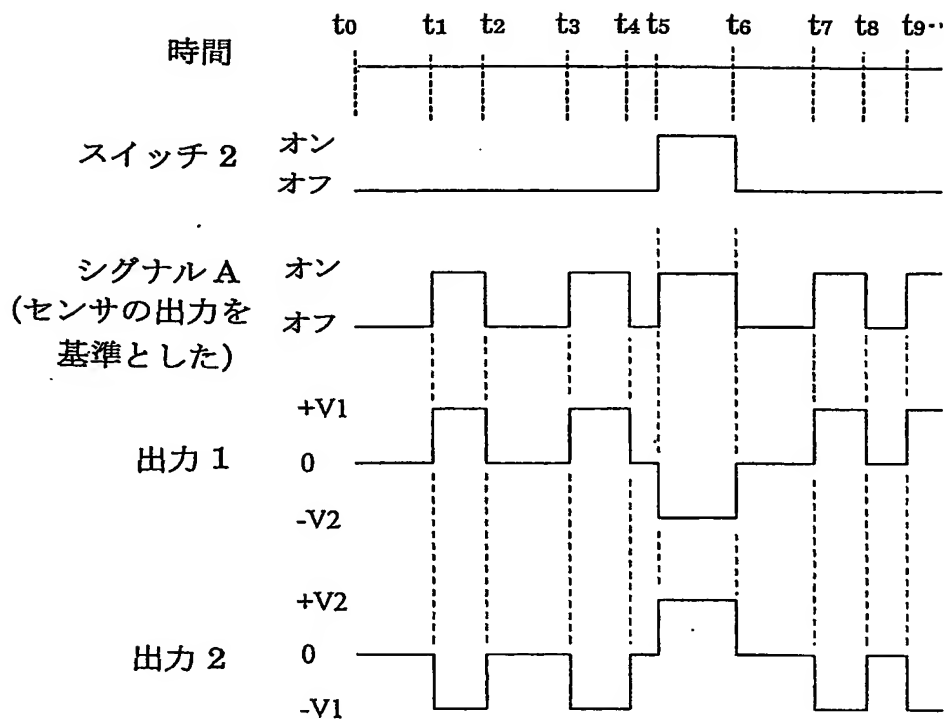
第6図



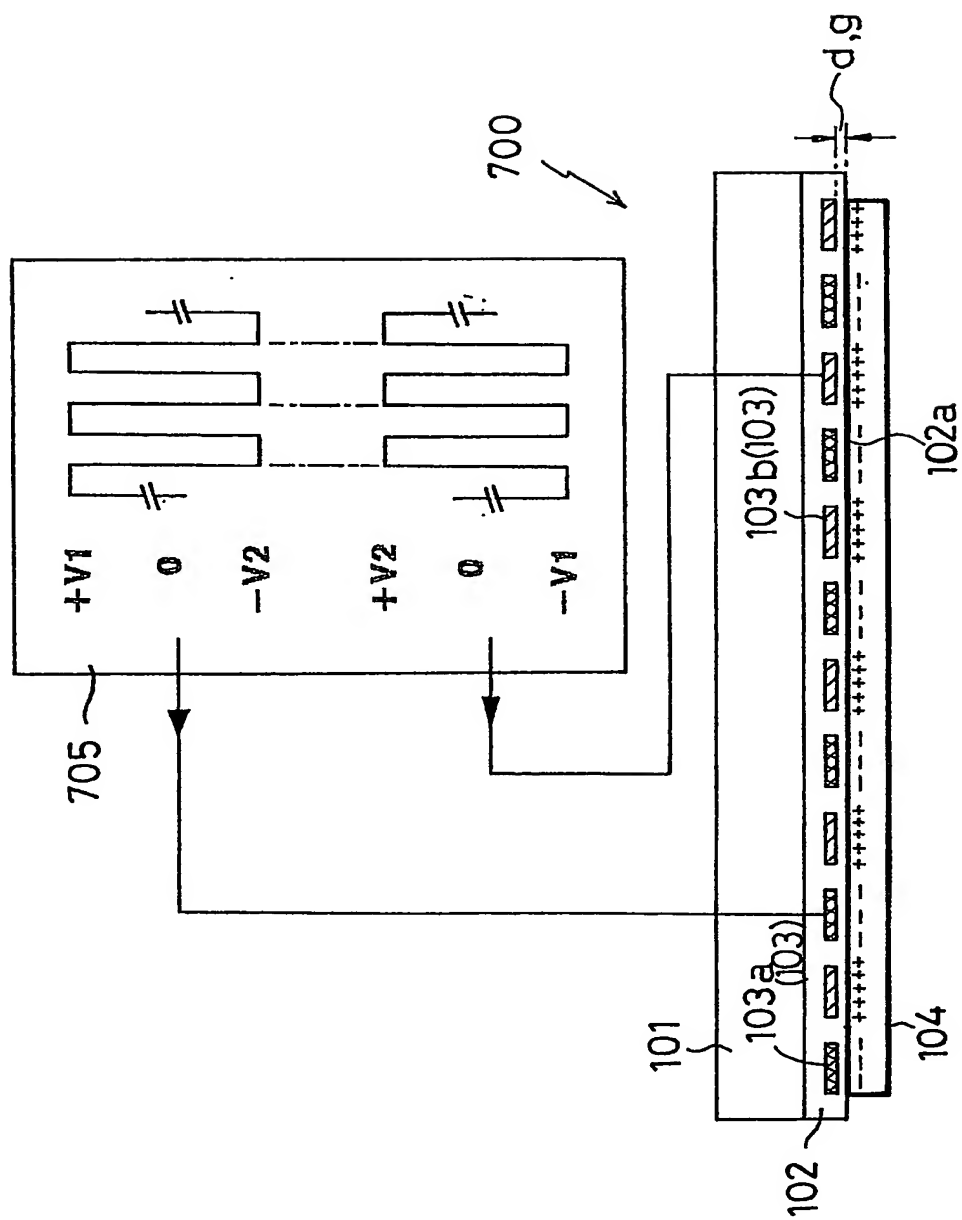
第7図



第8図

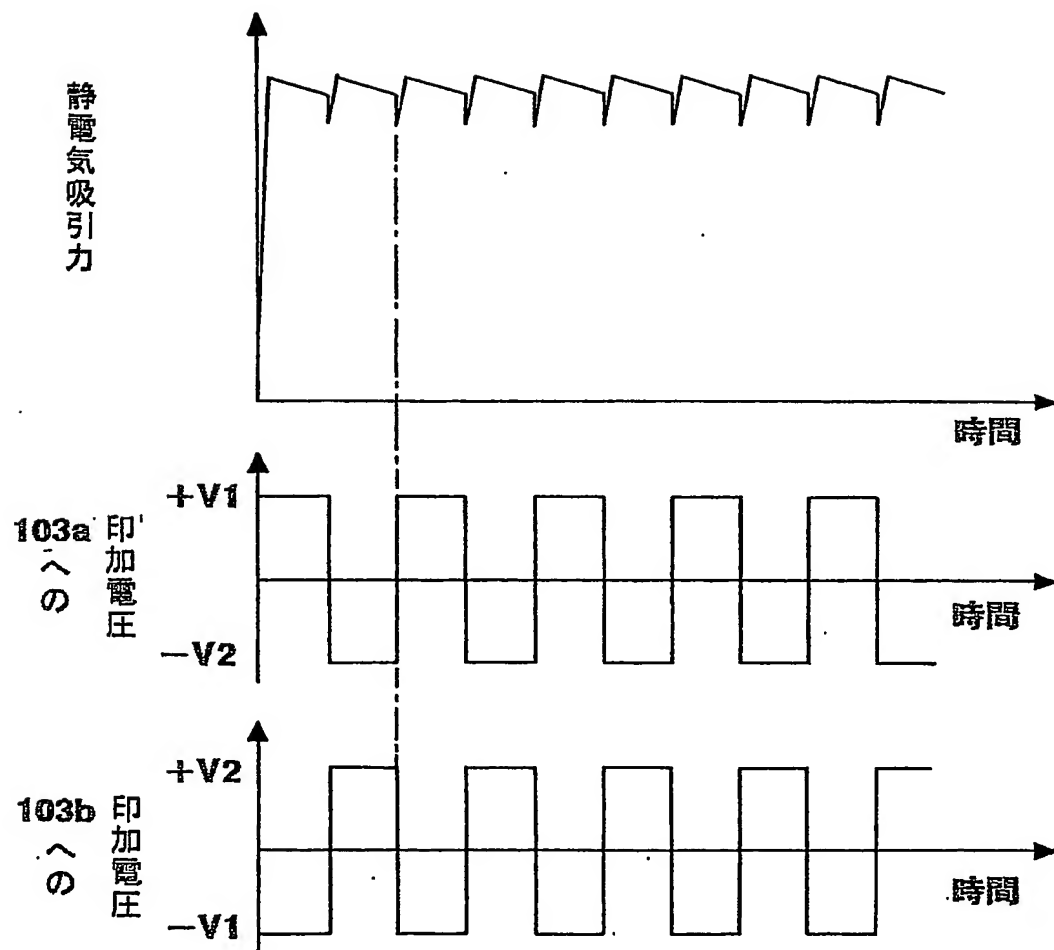


第9図

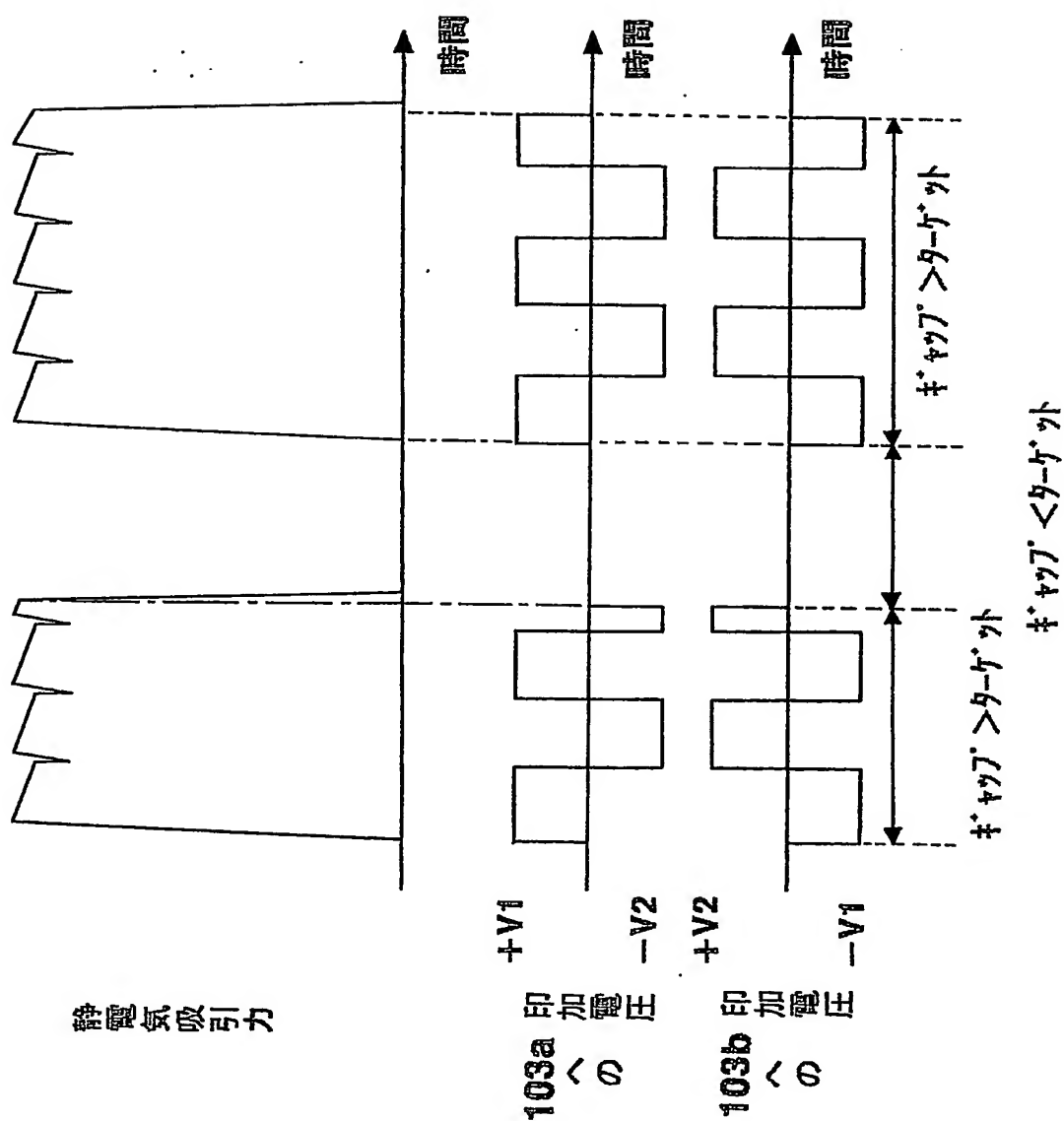


[illegible]

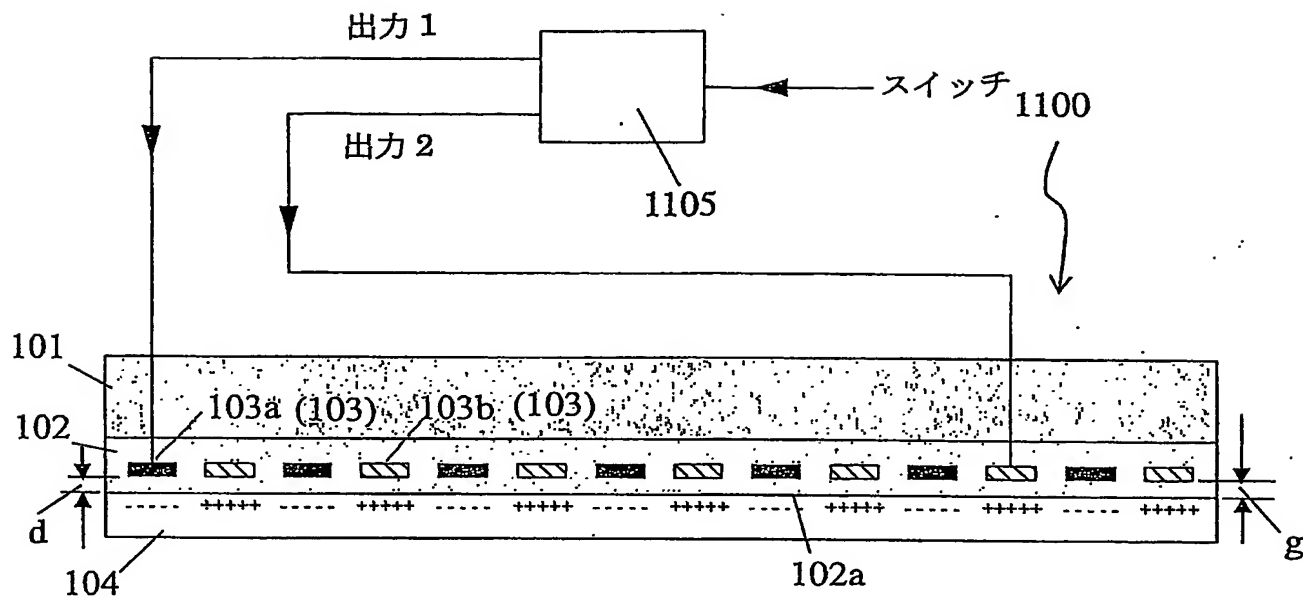
第11図



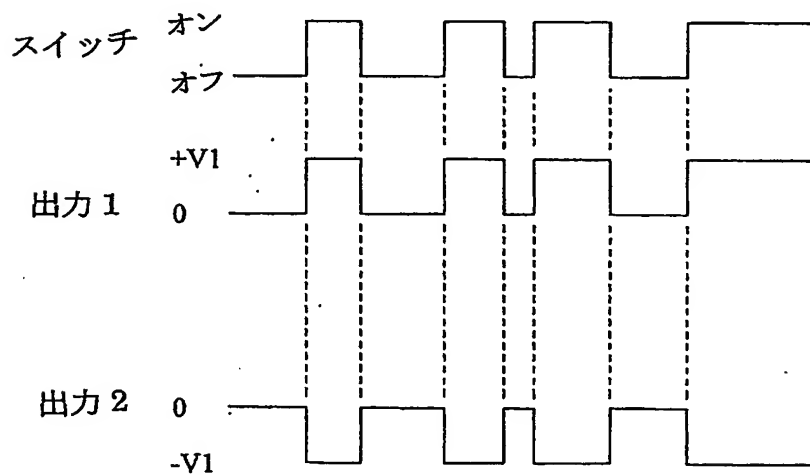
第12圖



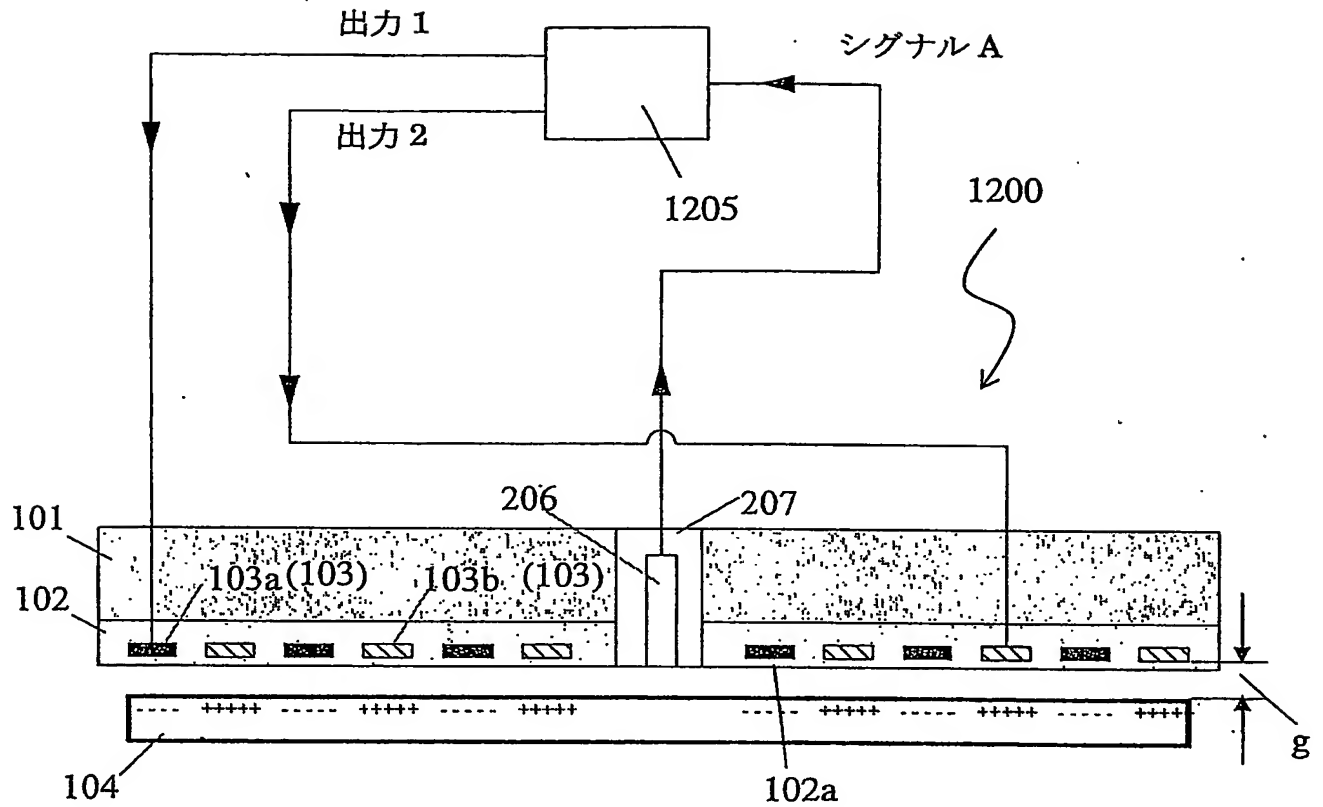
第13図



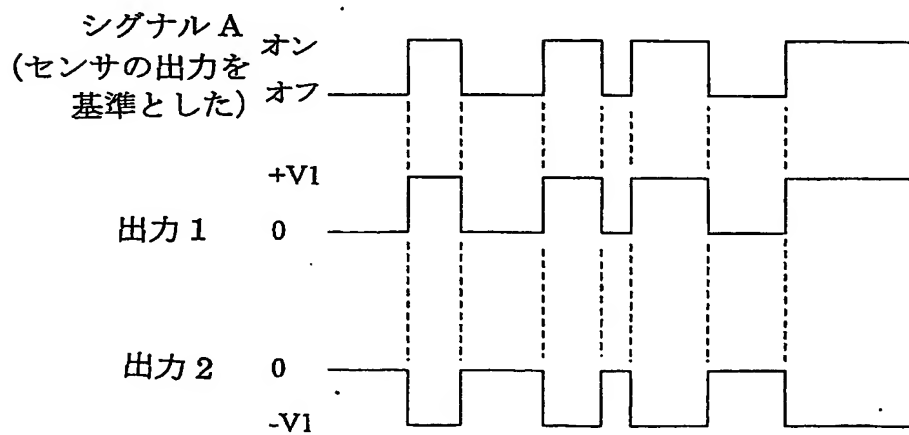
第14図



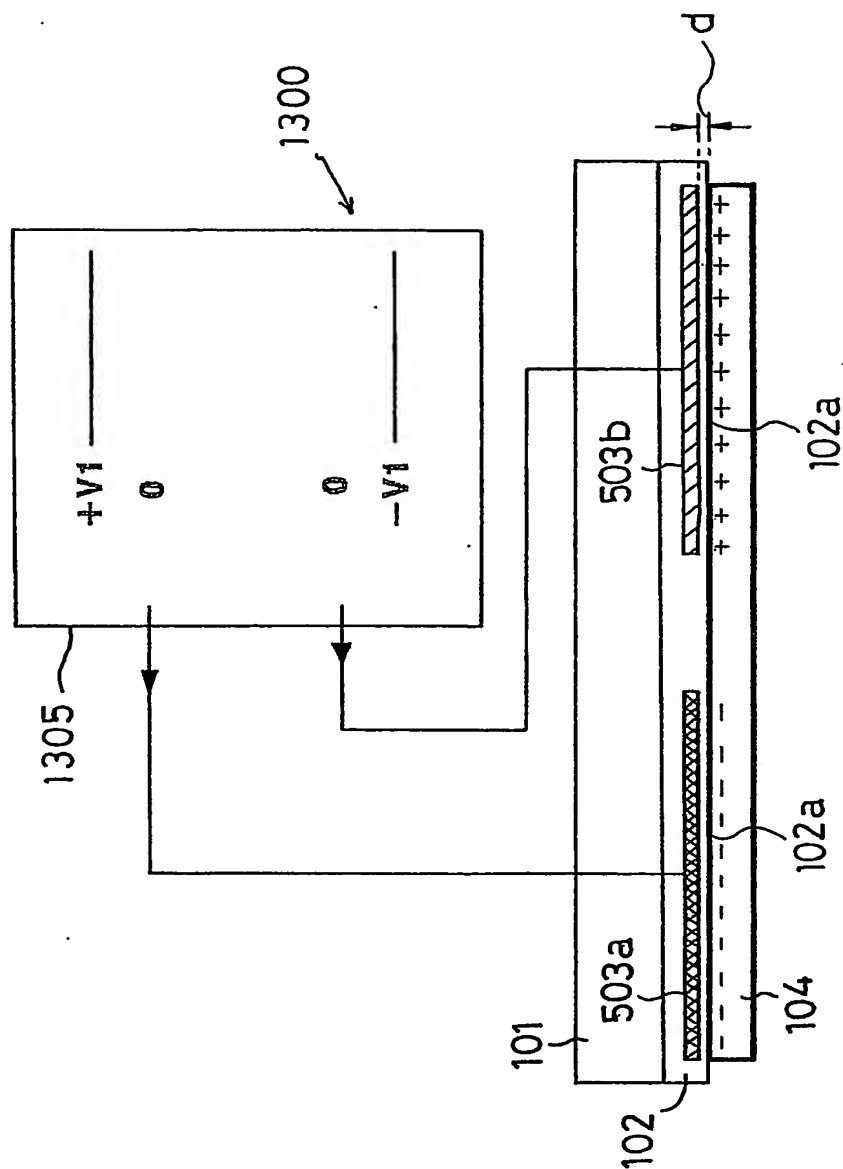
第15図



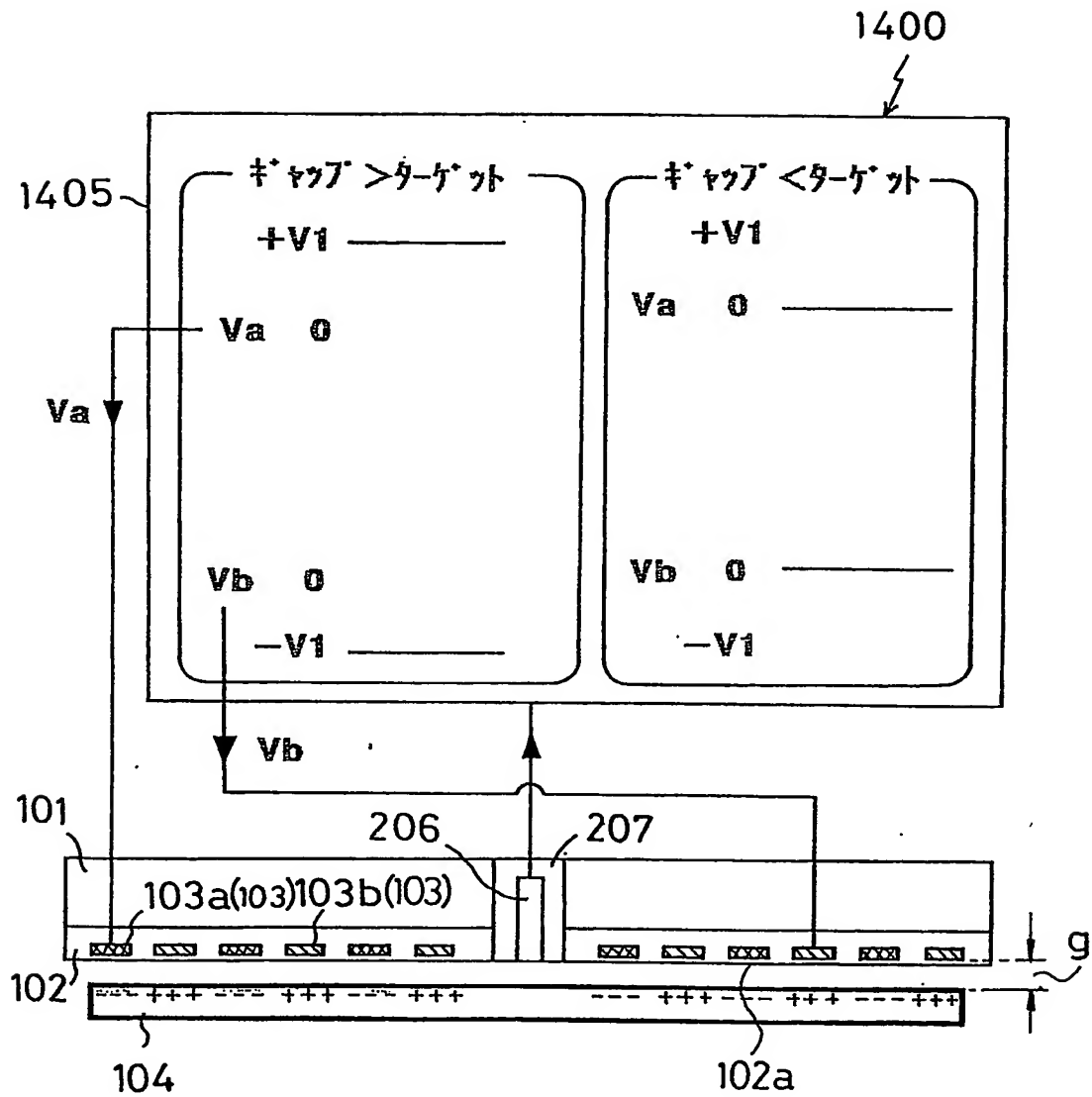
第16図



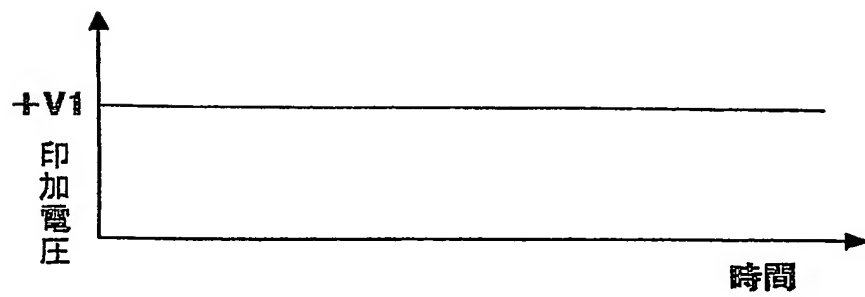
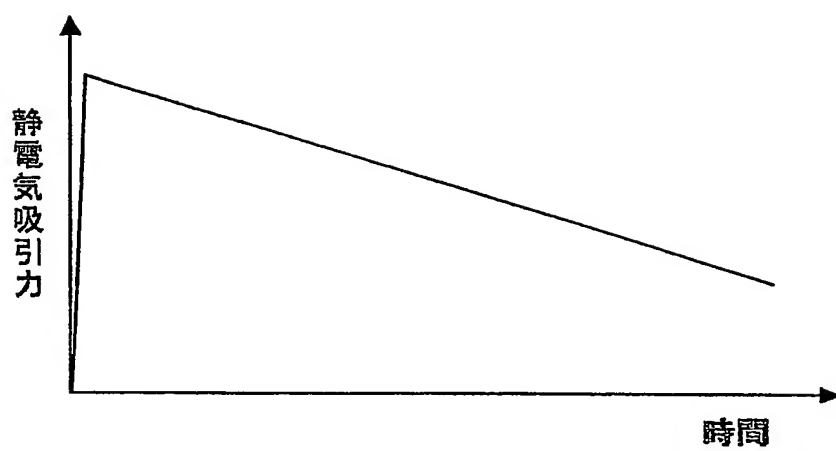
第17図



第18図



第19図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12225

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H02N13/00, H01L21/68, B65G49/07

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H02N13/00, H01L21/68, B65G49/07

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-270682 A (Toshiba Corp.), 20 September, 2002 (20.09.02), Par. Nos. [0048] to [0067]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1, 2, 4, 6-7, 9 5, 8
X Y	US 5997962 A (Tokyo Electron Ltd.), 07 December, 1999 (07.12.99), Column 4, line 11 to column 17, line 13; all drawings & JP 2879887 B2	3 5, 8
Y	JP 2000-326242 A (Sony Corp.), 28 November, 2000 (28.11.00), Par. No. [0013]; Fig. 1 (Family: none)	5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 December, 2003 (12.12.03)

Date of mailing of the international search report
13 January, 2004 (13.01.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12225

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 95/25689 A1 (The Kanagawa Academy of Science), 28 September, 1995 (28.09.95), Page 5, line 4 to page 7, line 4; Figs. 4, 5 & US 5789843 A & JP 7-257751 A	8
E, Y	JP 2003-282671 A (Tsukuba Seiko Kabushiki Kaisha), 03 October, 2003 (03.10.03), Par. Nos. [0034] to [0083]; all drawings (Family: none)	1-9
Y	US 4751609 A (Kabushiki Kaisha Abisare), 14 June, 1988 (14.06.88), Column 2, line 11 to column 3, line 40; all drawings & JP 4-58274 B2	1-9
Y	JP 4-162443 A (Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.), 05 June, 1992 (05.06.92), Page 2, lower right column, line 17 to page 4, lower right column, line 9; all drawings (Family: none)	1-9
Y	JP 7-4718 B2 (Canon Inc.), 25 January, 1995 (25.01.95), Column 4, line 29 to column 5, line 19; Fig. 1 (Family: none)	1-9
Y	JP 62-255039 A (Kureha Chemical Industry Co., Ltd.), 06 November, 1987 (06.11.87), Page 2, upper right column, line 9 to page 5, lower left column, line 10; all drawings (Family: none)	1-9
Y	JP 6-155214 A (Kabushiki Kaisha Abisare), 03 June, 1994 (03.06.94), Par. Nos. [0013] to [0062]; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H02N13/00
H01L21/68
B65G49/07

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H02N13/00
H01L21/68
B65G49/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2002-270682 A (株式会社東芝) 2002. 09. 20, 段落番号48-67及び図1-6 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6-7, 9 5, 8
X Y	US 5997962 A (Tokyo Electron Limited), 1999. 12. 07, 第4欄第11行-第17欄 第13行及び全図 & JP 2879887 B2	3 5, 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 12. 03

国際調査報告の発送日

13.01.04

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

野村 亨 印

3V 8012

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-326242 A (ソニー株式会社) 2000. 11. 28, 段落番号13及び図1 (ファミリーなし)	5
Y	WO 95/25689 A1 (財団法人神奈川科学技術アカデミ ー), 1995. 09. 28, 第5頁第4行-第7頁第4行及び図 4, 5 & US 5789843 A & JP 7-2577 51 A	8
EY	JP 2003-282671 A (筑波精工株式会社) 2003. 10. 03, 段落番号34-83及び全図 (ファミリーなし)	1-9
Y	US 4751609 A (Kabushiki Kaisha Abisare), 1988. 06. 14, 第2欄第11行-第3 欄第40行及び全図 & JP 4-58274 B2	1-9
Y	JP 4-162443 A (日本合成ゴム株式会社) 1992. 06. 05, 第2頁右下欄第17行-第4頁右下欄第9 行及び全図 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 7-4718 B2 (キャノン株式会社) 1995. 01. 25, 第4欄第29行-第5欄第19行及び第1 図 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 62-255039 A (呉羽化学工業株式会社) 1987. 11. 06, 第2頁右上欄第9行-第5頁左下欄第10 行及び全図 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 6-155214 A (株式会社アビサレ) 1994. 06. 03, 段落番号13-62及び全図 (ファミリーなし)	1-9